

**Tartu Ülikool**  
**Sotsiaal- ja haridusteaduskond**  
**Haridusteaduste Instituut**  
**Põhikooli mitme aine õpetaja**

**Raili Kübar**

**LOODUSTEADUSLIKU KIRJAOSKUSE SAAVUTATUSEST**  
**8. KLASSI MEHAANIKA TEEMADES *LIIKUMINE* JA**  
***VASTASTIKMÕJU* TARTU LINNA JA MAAKONNA NÄITEL**  
**Magistritöö**

**Juhendaja: Sirje Pihlap**

**Juhendaja: Enn Pärtel, MSc**

**Läbiv pealkiri: loodusteaduslik kirjaoskus, vead**

**Tartu 2010**

## Kokkuvõte

### **Loodusteadusliku kirjaoskuse saavutatusest 8. klassi mehaanika teemades liikumine ja vastastikmõju Tartu linna ja maakonna näitel**

Käesoleva magistritöö eesmärk oli testida kaheksanda klassi õpilaste loodusteadusliku kirjaoskuse saavutatust ja kirjeldada sagedamini esinenud vigasid. Töö teoreetilises osas tutvustatakse *loodusteadusliku kirjaoskuse* mõistet, hindamist ja õpilaste vigu ülesannete lahendamisel. Antakse ülevaade rahvusvahelistest uuringutest, mis kajastavad Eesti ja teiste riikide õpilaste teadmisi loodusteaduste valdkonnas.

Uuring viidi läbi kvantitatiivselt 2010. aasta kevadel. Uurimuses osales 351 Tartu linna ja maakonna õpilast. Kasutatud testis olid ülesanded kolmel kognitiivsel tasemel: kirjelda, seleta, prognoosi.

Tulemuste analüüs näitas, et õpilased lahendavad kõige paremini seletaval tasemel ülesandeid. Kõige rohkem valmistas õpilastele probleeme prognoosimine. Vigade analüüsimisel selgus, et sagedasemad vead tulenesid töökäskluse mittetäitmisest ja tüüpilised vead esinesid kõigil juhtudel sarnaselt.

Käesoleva uurimustöö põhitulemustena selgus, et:

- Õpilased lahendavad paremini seletava sisuga ülesandeid võrreldes kirjeldava sisuga;
- Õpilased lahendavad paremini kirjeldava sisuga ülesandeid võrreldes prognoosimisokust nõudvate ülesannetega;
- Õpilased lahendavad paremini seletava sisuga ülesandeid võrreldes prognoosisokust nõudvate ülesannetega;
- Õpilaste testi vastustes ei kajastu oskus kavandada katset;
- Õpilased ei oska enamasti nimetada kuidas on füüsika areng seotud suusatamisega;
- Õpilased teevad vastamisel sarnaseid vigu, mis oma olemuselt näitavad, et nende vastus ei ole kooskõlas töökäsklusega.

Käesolevast uurimistööst võib järeldada, et:

- Õpetamisel tuleks rohkem tähelepanu pöörata prognoosimist ja kirjeldamist nõudvatele ülesannetele;
- Põhikoolis võiks füüsika õpetamisel pöörata suuremat rõhku väärtuskasvatusele;
- Õpetatavat peaks senisest enam siduma igapäevaeluga;

- Suuremat tähelepanu tuleks pöörata õpioskuste arendamisele.

Kokkuvõtteks võib öelda, et 8. klassi õpilased ei lahenda hästi kõrgemat mõtlemisvõimet nõudvaid ülesandeid. Põhikoolis peaks pakkuma õpilastele rohkem võimalusi loodusteadusliku kirjaoskuse omandamiseks.

Märksõnad: Loodusteaduslik kirjaoskus, vead.

## Abstract

### **Scientific literacy achievement in eighth class topics of mechanics movement and interaction of Tartu city and county**

The purpose of the present master thesis is to test the eighth grade students' achievement of scientific literacy and to describe the mistakes that occurred most frequently.

In the theoretical part of the present paper the term *scientific literacy* is explained, grading methods and the mistakes made by pupils are described. Also, an overview is given about international research that presents Estonian and other countries pupils' knowledge in the area of sciences.

The research was carried out quantitatively in the spring of 2010. Three hundred and fiftyone students from the city and county of Tartu participated in the research. The tasks of the test used were in three levels: describe, explain, predict.

The analysis of the results shows that pupils solve best the tasks that are in the so-called explanation level. Besides, predicting was the most difficult task for pupils. While analysing the mistakes made by pupils, it appeared that the most common mistakes derived from the non-performane of work tasks and the typical mistakes occurred similarly in all of the cases.

As the main result of the present research it became evident that:

- Pupils solve better tasks that have explanatory content than the ones that have descriptive content;
- Pupils solve better tasks that have descriptive content than the ones that demand the skill of predicting;
- Pupils solve better tasks that have explanatory content than the ones that demand the skill of predicting;
- The pupils' test answers do not reflect the skill to plan an experiment;
- Mostly pupils are not able to mention how the development of Physics is associated with skiing.

On the bases of the present research the following conclusions can be made:

- Most of the pupils can not mention the benefits that the development of Physics has to skiing. In the basic school more attention should be paid on value education;

- In the teaching process more attention should be paid to tasks that demand predicting and describing;
- In the teaching process of sciences association with everyday life events should be made;
- Students make similar mistakes in their answers and the latter demonstrates that their answer is not in accordance with the work task.

In conclusion, eighth grade students do not solve well tasks that demand higher intellectual power. In addition, it is evident that basic school pupils should be given more opportunities to achieve scientific literacy.

Keywords: scientific literacy, errors.

## Sisukord

<b>SISSEJUHATUS .....</b>	<b>- 7 -</b>
<b>1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE .....</b>	<b>- 9 -</b>
<b>1.1 LOODUSTEADUSLIKU KIRJAOSKUSE MÄÄRATLUS .....</b>	<b>- 9 -</b>
<b>1.2 LOODUSTEADUSLIKU KIRJAOSKUSE HINDAMISEST .....</b>	<b>- 13 -</b>
<b>1.3 VÄÄRARUSAAMAD JA VEAD.....</b>	<b>- 17 -</b>
<b>2. UURIMUSTÖÖS KASUTATUD METOODIKA .....</b>	<b>- 19 -</b>
<b>2.1 VALIM .....</b>	<b>- 19 -</b>
<b>2.2 MÕÕTEVAHENDID.....</b>	<b>- 19 -</b>
<b>2.3 PROTSEDUUR .....</b>	<b>- 20 -</b>
<b>3. UURIMUSTÖÖ TULEMUSED.....</b>	<b>- 21 -</b>
<b>4. ARUTELU .....</b>	<b>- 37 -</b>
<b>KASUTATUD KIRJANDUS .....</b>	<b>- 40 -</b>
<b>LISA 1</b>	
<b>LISA 2</b>	
<b>LISA 3</b>	

## Sissejuhatus

Õpilaste jaoks ei ole füüsika just populaarne aine. Paljude õpilaste arvates on loodusteaduslikud õppeained, sealhulgas füüsika, ebahuvitavamad ja raskemad kui teised ained ning õpilased ei näe loodusteadustega seotud erialasid enda karjääri planeerimisel. (Kont, 2009; Lyons, 2006; Osborne & Collins, 2000; Sillaots, 2010; Teichmann & Kübarsepp, 2008). Enamasti puudub motivatsioon füüsikaga tegelemiseks, sest puuduvad oskused või tahtmine (Kohv, 2007). Samas on huvi üks olulisemaid õppimise ajendeid (Hidi, 2000). Õpilaste arvates õpetatakse füüsikat väärtushinnanguid arvestamata, nii on raske omandada pädevust vastu võtta teaduslikel argumentidel baseeruvaid otsuseid ja rääkida kaasa meditsiini, majanduse, ühiskonna ning enda heaolu puudutavatel teemadel (Hacking, Goodrum and Rennie, 2001; Krajcik, Mamlok & Hug, 2001).

Loodusteaduste õpetamise põhieesmärgiks on loodusteadusliku kirjaoskuse kujundamine, mis eeldab loodusteaduslike teadmiste loomingulist kasutamist igapäevaelu probleemide lahendamisel ja otsuste tegemisel (Rannikmäe, 2001). Huvi puudumine ja arvamus füüsikast kui raskest õppeainest on põhjus, miks uurida, milline on õpilaste loodusteadusliku kirjaoskuse saavutatus. Käesolevas magistritöös uuriti loodusteadusliku kirjaoskuse saavutatust kaheksanda klassi füüsika teemades liikumine ja vastastikmõju Tartu linna ja maakonna näitel. Autorile teadaolevalt pole antud teemade osas sellist uurimust varem läbi viidud.

Käesoleva töö eesmärgiks seati:

- Selgitada, millisel saavutustasemel on loodusteaduslik kirjaoskus 8.klassi füüsika teemades liikumine ja vastastikmõju;
- Selgitada, millised on küsimustele vastamisel tehtud vead.

Vastavalt antud eesmärkidele püstitati hüpoteesid:

- Õpilased vastavad paremini kirjeldava sisuga ülesannetele võrreldes seletust nõudva sisuga ülesannetele;
- Õpilased vastavad paremini seletava sisuga ülesannetele võrreldes ennustamisoskust nõudvate ülesannetega;
- Õpilased vastavad paremini kirjeldava sisuga ülesannetele võrreldes prognoosimisoskust nõudvate ülesannetega.

Eesmärgiga seonduvalt püstitati uurimisküsimused:

- Kuidas tulevad õpilased toime katse kavandamisega?

- Kuidas mõistavad õpilased füüsika sotsiaalset rolli, füüsikaideede arengu ajalugu ja mõju keskkonnale?

Uuritav teema on aktuaalne, sest järgmisest õppeaastast rakendub uus õppekava. Käesoleva magistritööga toetatakse uue õppekava rakendumist tuues välja puudused loodusteaduslikus kirjaoskuses, millega uue õppekava rakendumisel oleks võimalik rohkem tegeleda.

Magistritöö koosneb neljast osast. Töö teoreetilises osas antakse ülevaade loodusteadusliku kirjaoskuse tähendusest ja olemusest ning tutvustatakse rahvusvahelisi uuringuid, mis tegelevad loodusteadusliku kirjaoskuse taseme hindamisega. Töö teises osas tutvustatakse Tartu linna ja lähiümbruse koolide kaheksandates klassides läbiviidud uuringu metoodikat. Kolmandas osas kajastatakse uurimuse tulemusi ning neljandas, arutelu osas, interpreteeritakse tulemusi. Andmete töötlemiseks kasutati statistikaprogrammi *SPSS* ja *Microsoft Excel 2003*. Tööle on lisatud nii eesti- kui inglisekeelne kokkuvõte ja uurimistöös kasutatud test. Lisatud on ka testi koostamiseks eeltööna läbi viidud RÕK 2002 (Põhikooli ja Gümnaasiumi Riiklik Õppekava 2002) ja PRÕK 2010 (Põhikooli Riiklik Õppekava 2010) analüüs.

Autor tänab füüsikaõpetajaid, kes abistasid õpilaste testimisel ja õpilasi, kes vastasid testi küsimustele ning juhendajaid Sirje Pihlapit ja Enn Pärtelit.



## **1. Kirjanduse ülevaade**

### **1.1 Loodusteadusliku kirjaoskuse määratlus**

Huvi füüsika vastu kaob järjest kiiremini, kujunenud on negatiivne hoiak füüsika kui õppeaine suhtes ja seda eriti tüdrukute seas (Teppo, 2006; Lyons, 2006; Kohv, 2007; Hidi, 2000; Teichmann & Kübarsepp, 2008). Õpilased on mingil põhjusel arvamusel, et poisid on loodusainetes, eriti füüsikas, paremad kui tüdrukud (Murphy & Whitelegg, 2006). Füüsika populaarsus on langenud õpilaste seas märgatavalt ja aastast 1998-2003 on füüsika olnud ainete meeldivuse pingerea lõpus, olles 9 aine hulgas 7. - 8. kohal (Pedastsaar, 2004). Põhjus võib olla selles, et need aineid jäävad õpilastele liiga kaugeks kujutluses, et neid aineid ei lähe igapäevaelus vaja (Holbrook, 2003). Õpilaste arvates on füüsika liiga igav, raske ja abstraktne õppeaine, millele kulutatud aega võib mahavisatuks pidada ja võimalusel jäetakse füüsika oma tulevastest eluplaanidest välja (Osborne & Collins, 2001; Teichmann & Kübarsepp, 2008). Õige lähenemiseta õppekavale ja õpetamisele jääbki õpilastel mulje füüsikast kui raskest õppeainest (Onwioduokit, 1998). Üheks oluliseks probleemiks ühiskonnas on suuresti kahanev huvi loodusteadustega seotud elukutsete vastu (Kont, 2009; Linde, 2008; Sillaots 2010; Osborne, Simon & Collins, 2003). Seega, põhjust muretsemiseks on mitte ainult Eestis vaid ka mujal maailmas. Loodusteaduslike ainete õpetamise üks eesmärk on kujundada õpilaste loodusteaduslikku ja tehnoloogiaalast kirjaoskust (edaspidi loodusteaduslikku kirjaoskust). Arendada tuleks õpilaste oskust maailma enda ümber mõtestada ja teha teaduslikel arusaamadel põhinevaid otsuseid. Õpilased peaksid oskama loodusteaduslike teadmisi kasutada igapäevaelu probleeme lahendades ja ühiskonda puudutavaid otsuseid langetades (Rannikmäe, 2001). Õpilaste oskus lahendada probleeme sõltub suuresti ka kontekstist, näiteks on õpilastel raskusi teoreetiliste teadmiste rakendamisel igapäevaelu kontekstis (Yager, 2000; Yang, 2005). Vähe pööratakse koolitundides tähelepanu kõrgemat järku vaimsete võimete kujundamisele ja mõtlemisvõimet nõudvatele ülesannetele (Rannikmäe, 2001). Õpilastel jääb väheseks nii analüüsi- kui sünteesioskusest (Yager, 2000). Ühiskonna täisväärtusliku liikmena peab õpilane oskama näha ühiskonna probleemides loodusteaduslikke aspekte, aga selleks peab ta omama loodusteaduslikke algteadmisi ning oskama oma teadmisi praktikas rakendada (PISA 2006).

Õppekavas (Eesti Riiklik..., 2002) on öeldud, füüsika sotsiaalse rolli avamiseks on soovitatav õpilastele tutvustada füüsikaideede ajaloolist arengut ning mõju elukeskkonnale,

väljapaistvate füüsikute elu ja panust kultuurilukku. Füüsikaõppe väärtustamise seisukohalt on oluline, et õpilased tajusid omandatavate teadmiste ja oskuste kasulikkust ning vajalikkust nüüdisaegse tehnologiseeritud infoühiskonna eluliselt tähtsate küsimuste lahendamisel. Paraku ei kajastu need põhimõtted ei õppesisus ega õpitulemustes. Väärtused ei ole õpitulemustena RÕK 2002s sõnastatud, kuigi füüsikaalased teadmised, oskused ja vilumused on seotud väärtushinnangutega, mis aitavad kaasa üldhariduse kujunemisele (Juhend väärtusalaseks...;Karu, 1996; Vain, 1998).

Teaduse ja igapäevaelu sündmuste lõimimine koolis on oluline osa teadusharidusest (Champagne & Newell, 1992). Näiteks peaks õpilane oskama nimetada ja väärtustada hüvesid, mida on liikumisvahendite muutumine ja tehnika areng (kasvõi mootorite areng ja kiiruse tõus, olgu siis meditsiini- või tehnika valdkonnas) on aja jooksul ühiskonnale kaasa toonud (Krajcik, Mamlok & Hug, 2001). Väärtuskasvatuse alustalaks ja loodusteadusliku kirjaoskuse üheks komponendiks on loodusteaduslike ainete positiivne hindamine ja väärtustamine õpilaste poolt. PISA 2006 uuringus selgus, et Eesti õpilased väärtustavad loodusteadusi kõrgemalt kui keskmine OECD õpilane (PISA, 2006). Uuringuid õpilaste huvist ja suhtumisest loodusteaduslikesse ainetesse ja nende õppimisse (samuti hoiakute tähtsuse kohta tuleviku elukutse valikul) on tehtud erinevates riikides juba vähemalt 40 aastat (Linde, 2008). Õpilaste taseme ja riikide õppesüsteemide võrdlemiseks viiakse läbi rahvusvahelisi uuringuid, et vajadusel teha tulemuste põhjal järeldusi ja vajalikke ümberkorraldusi haridussüsteemis. Sellised suuremahulised uuringud on enamasti järjepidevad ja perioodilised (Töldsepp, 2004; Kont, 2009; Sillaots, 2010).

Järgnevalt antakse ülevaade erinevatest loodusteadusliku kirjaoskuse määratlusest ja uuringutest, mis hõlmavad õpilaste loodusteadusliku kirjaoskuse võimalikku hindamist. Mõned autortid väidavad, et loodusteaduslikul kirjaoskusel puudub tegelikult kindel definitsioon ja see on sisult liialt laialivalguv ja halvasti kirjeldatud (Shamos, 1997; Laugksch, 2000). Visone (2010) leiab, et meie tänapäevased kontrollmeetodid ei hinda tegelikult loodusteaduslikku kirjaoskust, vaid lugemisoskust. Rannikmäe (2001) kirjeldab loodusteaduslikku kirjaoskust kui komplekset mõistet, mis ei ole kindlalt fikseeritud, vaid muutub ajas, jäädes aga kooskõlla ajastu nõuetega.

Loodusteadusliku kirjaoskuse (*Scientific literacy*) mõiste on aja jooksul muutunud. Kui algul tähendas see teadusartiklite lugemis- ja mõistmisoskusest siis nüüd peetakse oluliseks teadusprintsipiide rakendamisoskust igapäevaelus. Varajasem loodusteadusliku kirjaoskuse kirjeldus kippus olema loetelu oskustest või hoiakutest.

Shen (1975) jagas loodusteadusliku kirjaoskus kolme suurde kategooriasse:

- 1) Praktiline - teaduslikult põhjendatud teadmised, mida on võimalik rakendada praktiliste probleemide lahendamisel;
- 2) Ühiskondlik - võimaldab kodanikel olla rohkem teadlik teaduslikest ja teadusega seotud probleemidest, et osaleda demokraatlikes protsessides; võimaldab kodanikel saada teadlikumaks teaduse ja teadusega seotud küsimustes, et kodanikud osaleksid täielikumalt tehnoloogiaühiskonna demokraatlikes protsessides;
- 3) Kultuuriline - teadmine ja lugupidamine teadusest. Thomas & Durant (1989) arvates on lugupidamine teadusest "vaieldamatult suurim saavutus meie kultuuris".

Shamos (1997) määratleb kolme loodusteadusliku kirjaoskuse taset: kultuuriteaduslik, funktsionaalne ja tõeline loodusteaduslik kirjaoskus. Tõeline loodusteaduslik kirjaoskus on raskesti saavutatav, kuna see tähendab teadusuuringute spetsiifiliste elementide mõistmist (Shamos, 1997; Laugksch, 2000).

Tänapäeval peetakse oluliseks, et loodusteadusliku kirjaoskuse arendamine oleks tähelepanu keskpunktis just kooliõpingute ajal, kuigi loodusteaduslik kirjaoskus omandatakse protsessina kogu elu jooksul (Thoe, Rani & Fook, 2005). Loodusteadusliku kirjaoskuse mõiste on oma põhiideelt sarnane erinevates kirjandusallikates, kuid riikide huvid ja kultuuride erinevuste tõttu on pisut erinevad rõhuasetused kontekstis (Laugksch, 2000). Olenemata mõiste erinevatest definitsioonidest on kõigile omane, et loodusteaduslikule sisule lisaks on oluline isiklik- ja sotsiaalne aspekt, samuti otsuste langetamisel oskus neid põhjendada (Samel, 2009). Loodusteaduslik kirjaoskus Jarman & McClune (2007) järgi on loodusteaduslike ideede ja tegevuste äratundmine ja nende protsesside mõistmine ja võime iseseisvalt otsuseid langetada ja osaleda ühiskondlikes sündmustes ja majandustegevuses (Samel, 2009).

G. Aikenheadi (1994) järgi on loodusteaduslikult kirjaoskajal inimesel pädevused neljas valdkonnas:

1. Kognitiivne kompetentsus – loodusteaduslike teadmiste ja oskuste olemasolu, sealhulgas oskus mõista loodusteaduste ja tehnoloogia seotust. Selle valdkonna kompetentsused on tugevalt seotud üksikute akadeemiliste distsipliinide teadusliku sisuga, määrates üldhariduskooli õppekava kontekstis õppeained.
2. Akadeemiline kompetentsus – oskus mõista teaduse epistemoloogiat ja loodusteaduste dünaamilist arengut, kuid ka oskus teha uurimistööd. Selle valdkonna kompetentsused seovad koolis õpetatavad loodusteaduslikud õppeained üheks tervikuks.
3. Sotsiaalne kompetentsus – oskus näha, lahendada ning põhjendada ühiskonnas esinevaid lokaalseid ja globaalseid probleeme, suhelda ja teha koostööd.

4. Personaalne kompetentsus – oskus mõista endaga seotud igapäevaelu probleeme ning neid lahendada, ka karjääriteadlikkus.

Rannikmäe (2001) järgi on loodusteaduslik kirjaoskus hariduse üheks põhieesmärgiks, mille kvaliteeti iseloomustatakse inimeste oskuste ja kompetentsuste kaudu.

Bybee (1993) leidis, et loodusteaduslikul kirjaoskusel on neli taset:

- 1) Nominaalne loodusteaduslik kirjaoskus - õpilased küll tunnevad ära loodusteadusliku mõiste ja nähtuse, termini - kuid ei mõista seda sügavamalt. Enamasti suudavad reprodutseerida vaid õpetaja juttu, nähtusi oma sõnadega seletada ei osata. Võib põhjustada väärarusaamu. Teadmiste rakendamisoskus igapäevaelus on jäänud tahaplaanile;
- 2) Funktsionaalne loodusteaduslik kirjaoskus – õpilastel puudub küll huvi loodusteaduste vastu, samas oskavad õpilased kasutada teaduslikku ja tehnoloogiaalast sõnavara, mõisteid õigesti seletada. Õpilased oskavad rakendada põhilisi teadmisi tuttavates olukordades, kuid vaid selles mahus, mida koolis on õpetatud, muu jääb huvi ja motivatsiooni puudumise tõttu raskeks ja kaugeks;
- 3) Kontseptuaalne ja protseduuriline – õpilastel on huvi loodusteaduste vastu. Toetuvad isiklikele kogemustele, loovad loodusteaduslikele mõistetele korrektseid tähendusi;
- 4) Mitmedimensionaalne loodusteaduslik kirjaoskus – õpilased tunnevad loodusteaduse ajalugu ning lõimingut teiste õppeainetega. On omandatud sügavam arusaamine teaduse olemusest ja rollist isiklikus elus ja ühiskonnas.

Rannikmäe (2001) järgi saab vaid multidimensionaalne tase saab olla pikemaajalise loodusteadusliku kirjaoskuse õppimise eesmärk ja see on pikaajaline protsess, mida ei ole võimalik saavutada paari õppetunniga vaid kogu elu jooksul (Thoe, Rani & Fook, 2005). Tänapäeva ühiskonna seisukohalt on oluline parandada õpilaste õppimisvõimet ja mõtlemisoskust (Boersman, 1994). Õpilaste oskused peaksid hõlmama mõistmist ja arusaamist sellest, mis leiab aset ümbritsevas maailmas ja oskama toimuvat mõtestada ja võtma vastu teaduslikult pädevaid otsuseid. Loodusteadusliku kirjaoskuse taseme tõstmine on hädavajalik igale inimesele, sest kogu maailm on oluliselt mõjutatud loodusteadustest ja iga vestlus, uudis meedias ja avalik teade sisaldab loodusteaduslikku ja tehnoloogilist sisu (Akgul, 2006). Madala loodusteadusliku kirjaoskuse taseme korral on raske vahet teha meedias esitatud teaduslikul põhjendusel ja absurdsetel väidetest (Hacking, Goodrum and Rennie, 2001; Murcia, 2007). Ühiskonnale on oluline koolitada tulevasi spetsialiste – professionaalseid teadlasi ja insenere, kunstnike ja humanitaare (Garkov, 2000). Kodanikud peaksid olema võimelised langetama kindlameelseid otsuseid igapäevaelu puudutavates küsimustes (meditsiin, tervishoid, põllumajandus, poliitika jne) jäädes meedias käsitlevate

teemade suhtes kriitiliseks (Lee, 2007). Koolis omandatakse küll põhiline loodusteadusliku kirjaoskuse tase, aga seda ainult tänu välisele kontrollile ja hindamisele (Rannikmäe, 2001). Loodusteaduste õpetamisel peaks olema eesmärgiks nii loodusteadusliku kirjaoskuse tõstmine kui ka vajadus luua teaduslikult ja kultuuriliselt (globaalselt) kirjaoskajad kodanikud, kes saaksid edukalt hakkama kaasaegses ühiskonnas, kus rahvas on pidevalt kaasatud otsuste langetamisel. Loodusteaduslikku kirjaoskust hinnatakse erinevate mõõtevahendite ja tasemete abil. Järgnevalt antakse ülevaade mitmetest uuringutest.

## **1.2 Loodusteadusliku kirjaoskuse hindamisest**

Koit Timpmann väidab, et isegi juhul, kui suur osa õpilasi (valdavalt tüdrukud) on õppematerjali edukalt omandanud, ei pruugi see tähendada, et nad oma teadmisi ka erinevates olukordades kasutada oskavad (Voolaid ja Ganina, 2008). Vaieldakse, kas huvi puudus tuleneb osaliselt loodusteaduslike oskuste puudumisest (Murphy, 2006), mis omakorda seab väljakutse õppekavadele, et füüsika õpilastele huvitavamaks muuta (Kohl and Finkelstein, 2005). Huvi puuduse põhjus võib peituda Eesti õppesüsteemi ülesehituses, mis sarnaselt Euroopa omale on konservatiivne ja nõuab ühtse õppekava täitmist, andes õpilastele vähe valikuvabadust ja eeldades konkreetsete teemade õppimist juba varajases eas (Miller, 1995). Ameerika koolid annavad õpilasele rohkem valikuvabadust ainete valimisel rõhudes õpilaste individuaalsele vastutusele õppimise ees. Ameerika koolide võrdlus Saksamaa ja Jaapani koolidega näitab, et ameeriklaste loodusteadusliku kirjaoskuse tase on siiski oluliselt madalam (Miller, 1995). Euroopa kasutab sama õppemudelit, mis varem totalitaarse režiimi ajal ja näiteks endise Ida-Saksamaa kodanikud on ühed parimal tasemel olevad kõigi Euroopa riikidega võrreldes seega demokraatia ei mõju loodusteadusliku kirjaoskuse saavutatusele just hästi (Holden, 1994).

Loodusteadusliku kirjaoskuse mõõtmiseks on uurijad välja töötanud erinevatest tasemetest lähtuvaid mõõtmis- ja hindamismeetodeid. Üheks esimeseks loodusteadusliku kirjaoskuse mõõtmise eestvedajaks oli Kruglak (1952). Kruglak ja kollegid töötasid välja Minnesota Ülikoolis õpilaste hindamismeetodi füüsikas. Hiljem on Kruglak'i küsimustele sarnaselt väljatöötatud PISA ja TIMSS.

Majandusliku Koostöö ja Arengu Organisatsiooni (OECD) õpilaste õpitulemuslikkuse võrdlusuuringuga PISA (Program for International Student Assessment) keskendutakse põhihariduse lõpusirgele jõudnud õpilase põhioskustele lugemises, matemaatikas ja loodusteadustes. Henno (2010) järgi oli PISA esimene rahvusvaheliselt tunnustatud uuring

loodusteaduslike oskuste, huvide ja hoiakute, kooli ning loodusteaduste õpetamise konteksti hindamiseks. PISA 2006-s defineeritakse loodusteaduste- ja tehnoloogiaalast kirjaoskust kui

1. Loodusteaduslikke teadmisi ja nende teadmiste rakendamist küsimuste esitamiseks, uute teadmiste saamiseks, loodusteaduslike nähtuste selgitamiseks ja loodusteadustega seotud küsimuste puhul tõendusmaterjali põhjal järelduste tegemiseks;
2. Arusaamist loodusteaduste kui inimteadmise ja uurimise vormi iseloomulikest tunnustest;
3. Arusaamist sellest, kuidas loodusteadused ja tehnoloogia kujundavad meie ainelist, vaimset ja kultuurikeskkonda;
4. Valmisolekut tegelda loodusteaduslike küsimuste ja probleemidega kui kriitiliselt mõtlev inimene (OECD 2004; Henno, 2010).

PISA uuringus jaotatakse õpilaste tulemused kuude saavutustasemesse, mis kirjeldavad loodusteadusliku kirjaoskuse tasemeid. Kuues tase on kõige kõrgem ja hõlmab kõige keerukamaid ülesandeid, esimene tase on kõige madalam ning sisaldab kõige lihtsamaid ülesandeid. Allapoole esimest saavutustaset jäävate õpilaste kohta võib väita, et nad pole võimelised oma loodusteaduslikke võimeid PISA uuringus pakutud lihtsamates kontekstides rakendama (OECD 2007). Teise taseme saavutanud õpilased suudavad toime tulla teaduse ja tehnoloogiaga seotud igapäeva olukordades, määratleda loodusteadusliku uurimuse põhitunnused ning kasutada andmetabeleid kajastamaks teaduslike eksperimendi tulemusi. Keskmiste tulemuste järgi olid Eesti õpilased (15.– 16. aastased) loodusteaduste kohta käivates teadmistes (nagu teaduslik uurimine ja loodusteaduslikud selgitused) vähemedukad kui põhimõistete ja teooriate selgitamisel (Henno, 2008). Nähtuste selgitamisel oli kõigis riikides üsna väike protsent õpilasi, kes olid võimelised täitma ülesandeid kahel kõrgemal tasemel – keskmiselt 9,8% kõigi OECD riikide kohta. Selle oskuse skaala õpilaste protsent oli kõrge Soomes (22,6%), Hongkongis (Hiina) (18,8%) ja Taiwanis (Hiina) (20,3%), Eestis (15,8%). Rahvusvahelises PISA lõpparuandes nimetati eriti Eestit, kus 15,8% õpilastest saavutas seletamist nõudvate ülesannete oskuse taseme. PISA 2006 uuringust ilmnes, et meil on rahvusvahelises võrdluses kõrgematel tasemetel olevate õpilaste protsendiline osakaal madal võrreldes Soome, Hongkongi ja Kanadaga. Riikide omavahelises võrdluses võib öelda, et Eesti oli paigutunud teisele kohale, sest enamik Eesti õpilasi oli omandanud baasoskuste taseme, kuid kõrgemate tasemetega (5.-6. taseme) õpilaste osakaal oli võrreldes teiste edukate riikidega siiski oluliselt väiksem (Henno, 2010). PISA tulemused näitavad, et Eesti õpilastele meeldib küll loodusteadusi õppida, kuid ei meeldi lahendada loodusteaduslike probleeme (Henno, 2010; Kont, 2010).

Rahvusvaheline matemaatika ja loodusainete võrdlusuuring TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) on IEA ehk Rahvusvahelise Haridustulemuslikkuse Hindamise Assotsiatsiooni (International Association for the Evaluation of Educational Achievement) projekt. IEA on sõltumatu rahvusvaheline riigisiseste uurimisinstituutide ja valitsusasutuste ühendus ja see on alates 1959. aastast uurinud erinevate riikide õpilaste õpisaavutusi (REKK, 2004). TIMSS uuringu eesmärk on välja selgitada õpilaste teadmised ja oskused matemaatikas ja teistes loodusainetes. Ülesannetega ei kontrollita mitte ainult teadmisi, vaid rõhk on asetatud analüüsi- ja teadmiste rakendamisoskusele. Uuritakse, kuidas õpilased saavad aru teaduslikest mõistetest, tunnevad ära teaduslikke küsimusi ja mõistavad mida kujutab endast teaduslik uurimistöö ja teaduslik tõestus (Henno, 2003). Vaadeldakse ka õppekava eesmärgid haridussüsteemis ning seda, kuidas on süsteem nende eesmärkide saavutamiseks organiseeritud ja millised on teadmised, suhtumised ning hoiakud, mille õpilased ja õpetajad õppetegevusse kaasa toovad (REKK, 2004).

TIMSS järgi peavad 8. klassis õpilased:

- Oskama kirjeldada liikumist (etteantud asukoha, kiiruse ja liikumise suuna abil);
- Arvutama kiirust teepikkuse kaudu;
- Oskama kasutada põhiühikuid;
- Mõistma ja oskama kasutada graafikut, mis väljendab teepikkuse sõltuvust ajast;
- Ennustama muutusi keha liikumises mõjuvate jõudude põhjal;
- Oskama kirjeldada peamisi jõu liike (nt kaal kui gravitatsioonist tingitud jõud, rõhumisjõud, üleslükkejõud, hõõrdejõud);
- Oskama kehadele mõjuvate jõudude põhjal ennustada muutusi nende liikumises;
- Oskama sõnastada küsimusi ja hüpoteese;
- Oskama kavandada katset (ka RÕK 2002s: sõnastab etteantud situatsioonikirjelduse põhjal uurimisküsimusi, kavandab ja korraldab eksperimendi, töötleb katseandmeid ning teeb järeldusi uurimisküsimuses sisalduva hüpoteesi kehtivuse kohta);
- Oskama kogudaja esitada andmeid;
- Oskama analüüsida ja tõlgendada andmeid;
- Oskama teha järeldusi ja selgitusi pakkuda.

TIMSS 2003 uuringu tulemuste põhjal oli Eesti maailmas loodusainetes 5. ja matemaatikas 8. kohal. Euroopa riikide seas aga Belgia (Flaami) ja Hollandi järel kolmandal kohal. Loodusaineid eraldi vaadeldes saavutasid meie õpilased geograafias 1., bioloogias 6.,

keemias 5. ja füüsikas 7. koha maailmas. Kõikide riikide sugudevaheline analüüs näitas, et tulemused ei olnud statistiliselt olulise erinevusega. Sama tulemus ilmnes ka PISA 2006 uuringus. TIMSS 2003 Eesti uuring näitas, et suurlinnade koolide õpilaste tulemused olid loodusainetes statistiliselt oluliselt paremad kui väikelinnade ja valdade koolide õpilaste omad (Henno, 2010).

Füüsikaõppe efektiivust ja loodusteadusliku kirjaoskust on uuritud nii Eestis kui mujal maailmas. Riigieksami tulemused annavad õpetajatele ülevaate õpilaste- ja kooli tasemest, võimaldades seeläbi õppeprotsessi olukorrale vastavalt suunata. Füüsika riigieksami abil on võimalik hinnata õpilaste loodusteadusliku kirjaoskuse taset. Eksamitöö koostamisel lähtutakse kehtivast põhi- ja keskhariduse riiklikust õppekavast arvestades füüsika õpetamise eesmäärke ja kooliastmele vastavaid õpitulemusi. Eksamitöö ülesanded on erineva raskusastmega ja nende abil on võimalik erinevaid saavutustasemeid eristada. Eksami I osa ülesanded on äratundmise tasandil, õpilane peab tegema kaks õiget valikut seitsme vastusevariandi seast; II osa ülesanded olid reprodutseerimise tasandil; III osa ülesanded on traditsioonilised füüsika arvutusülesanded ehk rakendustasand (REKK 2004).

Füüsikaõppe efektiivust Eestis on uurinud S. Ganina ja H. Voolaid (2008). Nende koostatud test hõlmas ühe alaosana mehaanika valdkonda. Testiküsimused kontrollisid nii füüsikaliste suuruste, nende mõõtühikute ja mõistete tundmist ja nendest arusaamist ehk teadmiste osa ja ülesannete lahendamist ja järelduse tegemist ja oskuste osa.

Taiwanis (1997) viidi läbi kaheaastane uuring üheksandates klassides hindamaks õpilaste loodusteaduslikku kirjaoskust keemias ja füüsikas. Juhusliku valiku abil kontrolliti 1503 õpilase loodusteadusliku kirjaoskuse taset, sealhulgas teaduslikku tunnetust, teaduse rakendamist, harjumusi ja suhtumist teadusesse. Õpilaste tulemused olid paremad mitme vastusevariandiga küsimustes võrreldes avatud küsimustega. Taiwanis hakati propageerima loodusteadusliku kirjaoskuse „meelsust“ 1997. aastal seoses õppekava reformiga (Chang and Chiu, 2005).

Iisraelis viidi läbi keemiaalane uuring, mis mõõtis loodusteadusliku kirjaoskust (Shwartz Ben-Zvi, Hofstein, 2006), Bybee (1993) erinevate tasemete abil. Uuringus töötati välja termin *keemia-alase* kirjaoskuse kohta, mis sisaldas kõrgema võime õppimisoskust, oskust püstitada küsimusi, otsida keemiaalast informatsiooni ja sellest arusaada vastavalt olukorra nõudmistele. *Keemia-alaselt* kirjaoskaja inimene huvitus loodusteaduslikest küsimustest ka mitteformaalsetes olukordades nagu televisiooni vaatades. Uuringu tulemused näitasid, et vaid väike osa õpilastest oli saavutanud funktsionaalsel tasandil



*keemia- alase* kirjaoskuse, varieeruvalt 21% kuni 55% õpilastest. Sarnased tulemused olid ka bioloogia vallas (Shwartz, 2006).

### 1.3 Väärarusaamad ja vead

Tänapäeval uuritakse suhteliselt palju põhjusi, mis tekitavad lastel väärarusaamu füüsika õppimisel (Eensaar, 2002; Henn, 2003; Voltri, 2005). Väärarusaamade vältimiseks peaksid õpilased tõmbama paralleele koolisõpitu ja igapäevaelu sündmuste vahel. Isegi kui õpilased on saanud selgeks koolitõed, on nende rakendamine teistes situatsioonides siiski keerulisem ja õpilased kipuvad rakendama enda veendumusi ja uskumusi ja mitte õigeid omandatud teadmisi. Väärarusaamade tekkel on oma osa kultuuril ja ühiskonnal, lapsevanematel ja sõpradel, samuti on õpilastel juba sünnist saadik omandatud kogemuste põhjal tekkinud teatud arusaamised ja tõlgendused. Täiskasvanute kõne kuulamine ja interpreteerimine on uute seletuste loomisel väga tähtis, sest täiskasvanud varustavad last uute sõnadega, vastates tema küsimustele ja aidates struktureerida infot (Tiit, 2010).

Üks võimalikke viise, kuidas väärarusaamu kindlaks teha, on esitada küsimused kirjalikult, sest nii on õpilastel raskem valesid teadmisi varjata (Kidron, 1999). Küsitluse analüüsi põhjal on võimalik kindlaks teha valede vastuste sisu ja väärad arusaamad õpilastel ning nendega edaspidisel õpetamisel arvestada. Väärarusaamad esinevad tihti just füüsikaõppes mehaanika osas (Eensaar, 2002; Dilber, Karaman, Duzgun, 2009). Väärarusaamadega füüsikas on tegeletud juba pikemat aega, näiteks mehaanikas Eensaar (2002), termodünaamikas Henn (2003), kiiruse ja kiirenduse teemades Voltri (2005). Eestis on töö väärarusaamadega TÜ Koolifüüsikakeskuses jätkunud kuni tänaseni, ometi on need ikka õpilastel sügavalt sissejuurdunud. Tõru (2004) töös märgitud, et väärarusaamaga on tegemist juhul, kui sellise valede vastuse arv on suurem või võrdne 50%-ga vastustest. Teised autorid väidavad, et väärarusaamadeks võib pidada neid arusaamu, mis suuresti erinevad teadlaste omadest (Tiit, 2010; Kaarma, 2006).

Türgi 16-17 aastaste õpilaste seas viidi läbi uuring, mis näitas isegi pärast õpilastega töötamist ja väärarusaamade korrigeerimist jäi siiski teatud grupp õpilasi, kes oma valedest arusaamadest ja uskumustest kiivalt kinni hoidsid (Dilber, Karaman, Duzgun, 2009). Kuna väärarusaamade allikat on väga raske kindlaks teha, siis on raske nendest ka vabaneda. Põhjuseid, miks õpilased vastavad valesti, on teisi. Näiteks pole õpilased küsimusest aru saanud ja tõlgendavad seda suvaliselt ning ei vasta küsimusele otse. Mõnedel juhtudel õpilane ei tea vastust ja kirjutab lihtsalt mingi jutu, lootes et osa kirjutatust on õige. Tähtis

roll vigade tekkel on matemaatikal, kuna füüsikas tuleb paratamatult tegemist teha arvudega, tehetege, valemitega jne. Õpilastel on mõnikord raskusi matemaatika ja füüsika seostamisega, sest neil puudub arusaam, et tehted on tegelikult samad, neid tuleb ainult teises kontekstis kasutada. Füüsikaülesannete lahendamine hõlmab kahte osa: füüsikaline ja matemaatiline. Füüsikalises osas tuleb enne lahendamist saada ülevaade probleemist. Selleks tuleb enne lahendama asumist läbi viia teatud etapid: valida valemid, võrrandid koostada ja valida mudelid. Pärast lahendamist antakse hinnang tulemuse reaalsusele. Füüsikalises osas toimub ülesande sisuline lahendamine. Matemaatikas on tegemist vormilise lahendamisega, kus teisendatakse valemeid, lahendatakse võrrandeid jne (Ganina ja Voolaid, 2008).

Arvutusvead tulenevad piirdumisest matemaatilise poolega. Näiteks on õpilastel arvutamiskeskused, kui teemaks on "aeg". Õpilased kas unustavad või teevad arvutusvea ajaühikute teisendamisel. Isegi kui on valitud õige tehe, võivad tekkida vead aja arvutamisel. Sagedasemad vead seoses ajaühikutega tulenevad väärist arusaamast, et ühes tunnis on sada minutit (Tammiksaar, 2010). See teadmine on oluline valede vastuste analüüsimisel, mis puudutab aja prognoosimist (Vt LISA 1 küsimus 2). Vigade tekkepõhjuseks võivad olla ka pseudomõisted - lapse mõistes on sõna tähendus teistsugune kui täiskasvanu keelekasutuses (Kikas, 2006). Samuti on võimalik, et termin, mida kasutatakse füüsikas, erineb sellest, mida õpilane on oma koduseinte vahel kuulnud. Näiteks füüsika mõiste *töö*, pole sama "töö" mida kasutatakse sissetuleku kindlustamiseks (Tiit, 2010).

Pärtel (2004) mainib oma artiklis, et füüsika kokkupuutel emakeelega võib täheldada, et sõnavara on muutunud nii ahedaks, et õpilastel on raskusi ka lihtsamatest terminitest arusaamisega, näiteks sõelumine (sõelumine on asendunud sõnadega filtreerumine, filtrimine). Lastel on raske mõista uut õpitavat, sest koolis jäi õpitava süvendamiseks ja mõtestamiseks liiga vähe aega. Samuti puuduvad õpilastel teooriad ja teadmised, mille abil nähtusi seletada. Õpetajatel on raske mõista, millest lapsed aru ei saa, sest nende arvates saab seletus olla ainult üks ja ainuõige. Lapsed ei oska ennast piisavalt selgelt väljendada ja kasutavad erinevaid põhjendusi, mis õpetajale ei pruugi näida õiged. Uurimused on näidanud, et õpetajad ei mõista laste väärarusaamu isegi enda õpetatavas aines (Kikas, 2010).

Magistritöös ei ole uuritud süviti väärarusaamu ja nende ulatust, vaid õpilaste vastuste vigade erinevat sisu mõistmaks nende tekkepõhjust.

## **2. Uurimustöös kasutatud metoodika**

Magistritöö üheks eesmärgiks oli selgitada kaheksanda klassi õpilaste loodusteadusliku kirjaoskuse tase füüsika teemades Liikumine ja Vastastikmõju. Uurimus viidi läbi kvantitatiivselt. Vastavalt RÕK 2002 füüsika ainekavale koostati loodusteadusliku kirjaoskuse saavutatuse kontrollimiseks testi küsimused, mis jagunevad tegevuse järgi: kirjeldab, seletab, prognoosib. Grupeeritud küsimusi on võrreldud statistikaprogrammi *SPSS* abil. Magistritöös sooviti selgitada, millised on õpilaste teadmised seoses ühiskonna arenguga ja füüsikast tuleneva kasuga ühiskonnale. Samuti sooviti selgitada, millised on õpilaste oskused katse kavandamisel. Vastavatele küsimustele (LISA 1 küsimused 3 ja 5.4) vastused on esitatud protsentuaalselt, välja on toodud ka õpilaste poolt enim tehtud vead vastamisel. Näited õpilaste valedest vastust on *kaldkirjas*.

Eeltööna testi koostamiseks on autor on läbi viinud RÕK 2002 mehaanika teemade Liikumine ja Vastastikmõju õpitulemuste analüüsi. Iga testiküsimuse tulemuste kajastuse ees on selle küsimuse vastavus PRÕK 2010-le, kuna testiküsimused vastavad ka PRÕK 2010 õpitulemustele, et oleks võimalik koostatud testi peale uue õppekava rakendumist uutes uuringutes kasutada (vt LISA 3).

### **2.1 Valim**

Uurimus viidi läbi 2010. aasta kevadel kaheksas koolis Tartus ja selle lähiümbruses. Valim moodustus nende koolide 8. klasside seast, mis läbisid õppekavas ettenähtud mehaanika osa ja olid küsimustikus käsitleva osaga valmis saanud aprilli alguseks, kui test läbi viidi. Testile vastas kokku 351 õpilast, kelles 181 oli naissoost ja 170 meessoost. Koolides, kus oli mitu paralleelklassi, osalesid uuringus kõikide klasside õpilased. Üldiste testitulemuste kajastamisel on arvestatud soolisi erinevusi.

### **2.2 Mõõtevahendid**

Mõõtmisinstrumentiks oli ainetest mehaanika kohta, sest Mikk (2002) järgi võimaldab ainetest mõõta õpilaste teadmisi, oskusi ja mõtlemise taset. Testi küsimused koostati vastavalt Põhikooli ja gümnaasiumi riiklikule õppekavale, kuna sellest peavad kõik õpetajad õpetamisel lähtuma. Test on koostatud koostöös juhendaja Enn Pärteliga. Test koosnes 13-st küsimusest, millest 11 on analüüsitud *SPSS* programmi abil, vigade kajastamiseks on kõigi 13-ne küsimuse vastused analüüstiud *Microsoft Excel 2003* programmi abil. Iga õpilase tulemustest arvutati aritmeetiline keskmine,

statistikaprotseduuridega võrreldi vastuste gruppe (kolme gruppi: kirjeldavate keskmisi, seletavate keskmisi, prognoosivate keskmisi) omavahel. Keskmiste erinevuste statistilist olulisust hinnati T-testiga. Enne põhiuuringu läbiviimist viidi läbi pilootuuring ühes kaheksandas klassis, mille tulemusena tehti testi vajalikud parandused testiküsimuste sõnastuses ja küsimuste arvus. Testi valiidsuse tagamiseks on küsimused koostatud nii, et need vastaks täpselt RÕK 2002 nõutud õpitulemustele. Testi vastavust õppekavale on hinnanud vastava eriala spetsialist. Testi reliaablust hinnati Cronbachi alfa abil, mis näitas, et test on usaldusväärne ( $\alpha = 0,6$ ).

### 2.3 Protseduur

Testi viis kõigis klassides läbi autor. Testi läbiviimiseks paluti luba koolide juhtkonnalt ja aineõpetajatelt. Õpilaste osalemine magistritöö uuringus oli vabatahtlik. Testi lahendamiseks oli õpilastel 45 minutit, õpilased vastasid küsimustele individuaalselt, kasutada võis taskuarvutit. Test koosnes kolmest osast. Testi ülesanded jagunesid järgnevalt: kolm kirjeldavat (vt LISA 1 ül 1; 5; 5.1), viis seletavat (LISA 1 ül 4.1; 4.3; 4.2; 4.4; 5.3) ja kolm prognoosivat (vt LISA 1 ül 2; 5.1 II osa: Märki joonisele...; 5.2). Lisaks oli üks väärtuskasvatatusega seotud küsimus ja üks küsimus katse kavandamise oskuse kontrollimiseks (vt LISA 1 ül 3 ja 5.4). Iga ülesande eest oli võimalik saada 3 punkti. Kirjeldavate, seletavate ja prognoosivate ülesannete keskmisi punktisummasid võrreldi parameetriliste testide abil, kahe sõltuva grupi tunnust *Paired Samples* T-testi abil, sõltumatute gruppide (näiteks sugu) analüüsimiseks kasutati *Independat Samples* T-testi. Õpilaste vastused tähistati järgnevalt: 0- vastus puudus või oli vale; 1- õpilane andis ühe õige vastuse või mõttekäik oli küll õige, kuid vastus polnud korrektne (näiteks tõi välja ainult ühe liikumist kirjeldava korrektse tunnuste füüsikalise suuruse abil); 2- õpilane tõi välja kaks õiget aspekti vastuses või vastas küsimusele õigesti, kuid mitte korrektselt (näiteks kirjeldas küll käru liikumiskiiruse vahet võrreldes poisi liikumisega, kuid ei andnud küsitud arvulist vastust); 3- vastas küsimusele korrektselt tuues välja kõige olulisema ja korrektse lahenduskäigu või vastas õigesti küsimusele otseselt. Kõikide vastuste võimalik maksimumsumma oli 39 punkti. Testi tulemuste kajastuses on välja toodud ka kõigi valede vastuste enimesinenud vead.

### 3. Uurimustöö tulemused

Magistritöös uuriti, kas füüsikaõppes kahendas klassis on õpilaste tulemused paremad kindlat tüüpi oskustes, vastavalt kas oskused kirjeldada, seletada või prognoosida füüsikalisi nähtusi. Vastavalt sellele seati töö eesmärgiks selgitada, millisel saavutustasemel on loodusteaduslik kirjaoskus 8.kl. füüsika teemades liikumine ja vastastikmõju. Valim koosnes 351-st õpilasest. Testi lahendanud õpilaste aritmeetiline keskmine punktisumma oli 15,26 (maksimaalselt oli võimalik saada 39 punkti). Uurimistöö käigus leiti iga õpilase kirjeldavate, seletavate ja prognoosivate ülesannete vastuste aritmeetiline keskmine. Nende keskmiste tulemuste põhjal võrreldi ülesannete tüüpe omavahel. Kirjeldavate ja seletavate ülesannete keskmiste tulemuste võrdlemisel selgus, et seletavaid ülesandeid oskasid õpilased paremini. Kirjeldavate ülesannete keskmine oli 1,57, seletavate ülesannete keskmine 1,61. Erinevus oli statistiliselt oluline ( $p < 0,001$ ). Võrreldes kirjeldavate ja prognoosivate ülesannete keskmisi tulemusi selgus, et kirjeldavate ülesannete keskmine oli 1,57, prognoosivate ülesannete keskmine aga 1,18. Erinevus oli statistiliselt oluline ( $p < 0,001$ ). Võrreldes seletava ja prognoosiva sisuga ülesandeid selgus, et seletava sisuga ülesannete keskmine oli 1,6 ja prognoosivatel 1,18. Erinevus oli statistiliselt oluline ( $p < 0,001$ ). Küsimustele jäeti vastamata enamasti siis, kui oli vaja vastust põhjendada või tulemust prognoosida. Tabelis 1 on esitatud vastamata jätnud õpilaste arv ja protsentuaalne osakaal ülesannete lõikes.

Tabel 1. Vastamata jätnud õpilaste arv

	Ülesanne	Arv	Keskmine	SD	Vastamata arv	Vastamata protsent
1.	Kirjelda	317	1,49	1,07	34	10
2.	Prognoosi	99	0,98	1,31	52	15
3.	Väärtus	313	0,71	0,90	38	11
4.1.	Seleta	342	0,87	1,30	9	3
4.2.	Seleta	282	1,59	1,42	69	20
4.3.	Seleta	278	1,76	1,45	73	21
4.4.	Seleta	336	2,13	1,13	15	4
5.	Kirjelda	330	1,42	1,35	21	6
5.1.	Kirjelda	335	1,83	1,39	16	5
5.1.	Prognoosi	181	0,51	0,98	170	48
5.2.	Prognoosi	330	1,65	0,95	21	6
5.3.	Seleta	332	1,79	1,16	19	5
5.4.	Katse	205	0,52	0,74	146	42

Ülesannete võrdlemiseks jagati need gruppidesse (kirjeldav, seletav, prognoosiv), tulemusi võrreldi aritmeetiliste keskmiste abil. Antud uuringus ei leitud sugude vahel statistiliselt olulist erinevust ülesannete lahendamisel. Kirjeldavate ülesannete puhul oli naiste keskmine 1,56, meeste keskmine 1,57,  $p < 0,05$ . Seletavate ülesannete puhul oli naiste keskmine 1,61, meeste keskmine 1,58,  $p < 0,05$ . Õpilased oskasid paremini lahendada ülesannet, mis puudutas suusatamise arengut (vt LISA 1 ül 3) võrreldes katse kavandamisega (vt LISA 1 ül 5.4). Prognoositavate ülesannete keskmine naistel 1,11 ja meestel 1,26.

Tabel 2. Sugudevahelised erinevused ülesannete lahendamisel

Nr. 5.4 katse	Naine	96	0,51	0,73	$p < 0,05$
	Mees	109	0,52	0,75	
Prognoosi	Naine	181	1,11	0,79	$p < 0,05$
	Mees	165	1,26	0,83	
Kirjelda	Naine	181	1,57	0,87	$p < 0,05$
	Mees	167	1,58	0,87	
Seleta	Naine	180	1,62	0,79	$p < 0,05$
	Mees	170	1,59	0,78	

Käesolevas uurimuses linnakoolide ja maakoolide tulemuste võrdlusel statistiliselt olulisi erinevusi ei täheldatud (Tabel 3).

Tabel 3. Gruppide vaheliste erinevuste võrdlus Maa- ja linnakoolide vahel

Ülesande tüüp		Arv	Keskmine tulemus	SD	p
Prognoosiv keskmine	Linn	300	1,18	0,79	$p < 0,05$
	Maa	46	1,21	0,93	
Kirjeldav keskmine	Linn	301	1,60	0,85	$p < 0,05$
	Maa	47	1,42	0,97	
Seletav keskmine	Linn	303	1,61	0,77	$p < 0,05$
	Maa	48	1,53	0,84	
Katse kavandamine	Linn	181	0,52	0,72	$p < 0,05$
	Maa	24	0,46	0,83	
Väärtushinnanguline	Linn	274	0,68 0,92	0,88	$p < 0,05$
	Maa	39		1,01	

Uurimistöö üheks eesmärgiks oli selgitada, millised on küsimustele vastamisel tehtud vead. Magistritöös analüüsiti vigade osakaalu, samuti on väljatoodud enamlevinud valed vastused. Näited õpilaste valedest vastustest on *kaldkirjas*.

Järgnevalt ülevaade testi ülesannete 3 ja 5.4 tulemustest, et anda vastused uurimisküsimustele:

1. Kuidas mõistavad õpilased füüsika sotsiaalset rolli, füüsikaideede arengu ajalugu ja mõju keskkonnale?

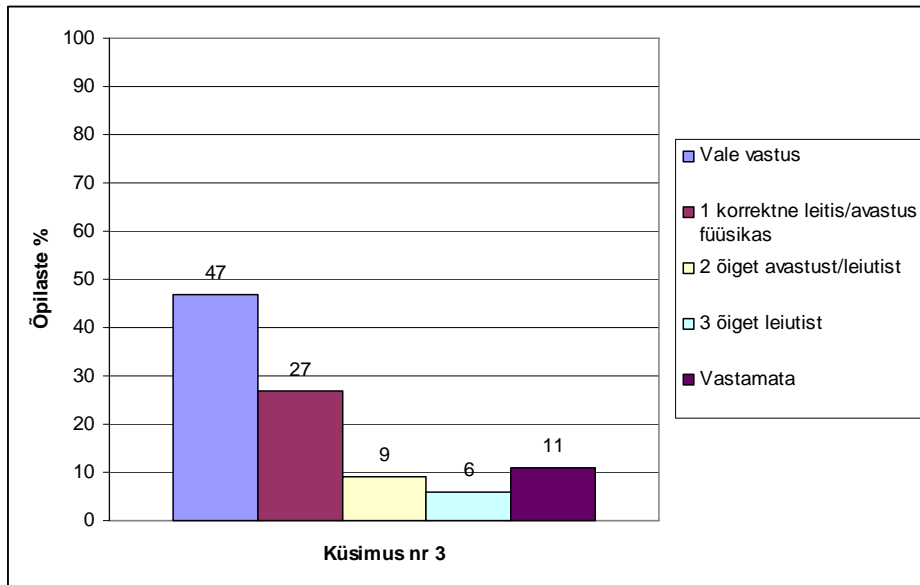
2. Kuidas tulevad õpilased toime katse kavandamisega?

Sellele järgneb ülejäänud testiküsimuste tulemuste ülevaade numbrilises järjekorras ja õpilaste poolt testiküsimustele vastamisel tehtud vigade analüüs.

### Testi küsimuse nr 3 vastused

Kolmas küsimus vastab õpitulemusele 1.2 (vt LISA 2): Õpilane nimetab hüved, mida on liikumisvahendite muutumine aja jooksul ühiskonnale kaasa toonud; Väärtustab liikumismehanismide arenguga kaasnevaid hüvesid inimkonnale ja tehnika arengule; väärtustab, hindab ja oskab nimetada valdkondi, mille areng on hüppeliselt kiirenenud tänu kiiruse võimalikule tõusule ja mootorite arengule.

Küsimusega sooviti selgitada, kas õpilased teavad füüsika arenguga seonduvaid hüvesid suusatamisel. Vastus loeti õigeks, kui õpilane oli kirja pannud korrektse teguri või seletuse. Näiteks õpilane kirjeldas määrdeid hõõrdejõu vähendamiseks või suurendamiseks, vastuses kajastus tehnika tähtsus suusatamise arengus, kiiruse mõõtmise täpsuse paranemine, suuskade materjal (plastiksuusad), õhutakistuse vähenemist seoses riietusega, määrete kasutusele võtmist või andes ülevaate oma nägemusest ja kuidas see on seotud teemaga. Vastust ei loetud õigeks, kui õpilane ei vastanud otseselt küsimusele (näiteks rääkis suusatamisest Alaskal või räätсадest jättes põhjendamata, kuidas see on seotud füüsika ajaloo/arenguga või vastas küsimusele mainides rõhku, tõukejõudu, gravitatsiooni ja massi ilma põhjenduseta või vastus koosnes ühest sõnast: *Gravitatsioon või hõõrdejõud*. Näited õpilaste valedest vastustest: *Hõõrdumine ja liikumine. Enne suuski olid räätсад. Alaskal suusatatakse ka, et edasi jõuda. Suuskade hõõrdejõud. Mina ei teagi, et see oleks seotud hõõrdejõuga. Suusatamisel tekkis hõõrdejõud ja suusataja kasutas seda koheselt. Äkki see on seotud sellega, kuidas mingi keha maapinnale rõhku avaldab. Suusatades on hõõrdejõud väike. Suusatamisega avastati hõõrdejõu mõiste*. Valede vastuste sisu oli sarnane enamikel juhtudel. Õpilaste vastused testiküsimusele on välja toodud Joonisel 1.



Joonis 1. Õpilaste vastused küsimusele: „Kuidas suusatamine on seotud füüsikas avastatuga või leiutamise füüsika kaasabil?“

Vastamata jättis küsimusele 11 % (38) õpilastest. Vale vastuse kirjutas 47% (166) õpilast. Korrektset avastust/ leiutist füüsika kaasabil oskas välja tuua 42% (147) õpilastest. Nagu ka teooria osas mainitud, edastatakse õpilastele väärtuskasvatuslike küsimusi küllaltki vähe (Krajcik, Mamlok & Hug, 2001). Nendega tegelemiseks lihtsalt ei jää aega või teema käsitletakse möödaminnes teiste osade sees, see ei ole küll vale, aga uurimuse tulemused näitavad, et 47% õpilastest ei oska nimetada ühtegi korrektset aspekti, kuidas võiks suusatamisega areng olla seotud füüsikaga.

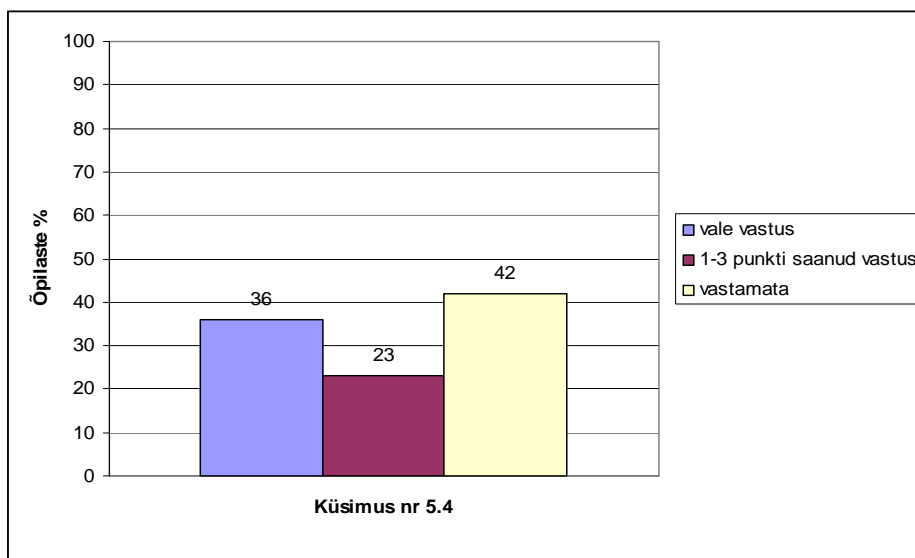
#### Testi küsimuse nr 5.4 vastused

Küsimus vastab õpitulemusele 1.7 (vt LISA 2 ): Õpilane rakendab loodusteaduste uurimismeetodit ja teeb kindlaks liugehõõrdejõu sõltuvuse rõhumisjõust konkreetsete kehade vahel.

Eesmärgiks oli selgitada, kas õpilased oskavad planeerida ja läbi viia katset, kuna Eestis rakendatakse loodusteaduslikku uurimis meetodit harvemini kui teistes riikides. Just praktiliste tööde osakaalu suurendamine aitaks selle oskuse parandamisele kaasa (Henno, 2010). Vastus loeti õigeks, kui õpilane oli korrektselt kirjeldanud katse etappe: probleemi, millele hakatakse vastust otsima, püstitamine; katse planeerimine; katse korraldamine; katse käigus kogutud andmete töötlemine ja tõlgendamine; järelduste tegemine. Vastus loeti valeks, kui õpilase poolt toodud katse kirjeldus oli vale, mitte teemakohane või sisaldas ainult hõõrdejõu (või raskusjõu) definitsiooni. Näiteid valedest vastustest: *Hõõrud õhupalli*



vastupead ja saadki hõõrdejõu; Kui vead oma õde kelguga siis saad aru kui raske on; Kui libistad kätt mööda raamatut ja siis surud kõvasti peale, siis on raskusjõud; Kui ma palju suusatan, siis mul on hõõrdumine hea. Alguses on üks klots ja siis tõmmatakse dünamomeetriga, siis pannakse raskusi juurde. Vajalikud vahendid on nimetatud, katse käik kirjeldatud kuid puudub järeldus tulemuse kohta ja mõõtmisvahendite nimetamine. Kui hõõruda õhupalli vastu pead võime näha kui kõvasti surudes hõõrdumine hakkab toimuma. Hõõrdejõud on... rõhumisjõud on.... Mittekorrektseks loeti, kui õpilane oli toonud välja 1-2 katsele omast tunnust, kuid vastuses puudus kas mõõtevahendite loetelu, mõõtmise protsessi kirjeldus, järelduse tegemine või mõni teine katsele omane tunnus. Esines selliseid vastuseid, kus katse käigus tõestati hõõrdejõu olemasolu, kuid puudus seos rõhumisjõuga. Alljärgneval Joonisel 2. on väljatood vastused tulpdiaagrammil.



Joonis 2. Õpilaste vastused küsimusele: „Kavanda katse, mille abil saab uurida kuidas hõõrdejõud sõltub rõhumisjõust.“

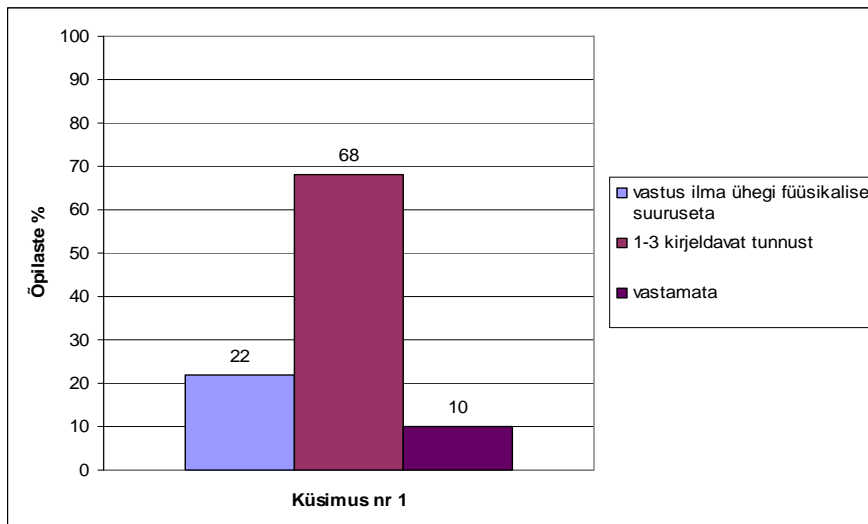
Vastamata jättis küsimusele 42% (146 õpilast). Valesti vastas küsimusele 36% (127) õpilastest. Punkti õige idee või mõttekäigu eest (puudus aga õige katse etappide esitus) sai 23% (78 õpilast) vastanutest.

### Testi küsimuse nr 1 vastused

Esimene küsimus vastab õpitulemusele 1.1 (vt LISA 2): Õpilane kirjeldab ühtlast liikumist looduses ja tehnikas kasutades trajektoori, aega, teepikkust ja kiirust.

Õigeks vastuseks on loetud üks kuni kolm õiget liikumise kirjeldust (näiteks kirjeldas korrektselt Veerpalu liikumiskiirust ehk keskmist kiirust, millega sportlane liikus, kas kogu

maratoni vältel või mõnel etapil; kirjeldas korrektselt liikumiseks kulunud aega mingil etapil või maratoni läbimiseks kulunud koguaega; kirjeldas korrektselt teepikkust, kas maratoni kogupikkust või mõne alaetapi pikkust). Õige vastuse puhul on kasutatud korrektseid füüsikalisi termineid ja mõõtühikuid. Rajakaart ja vaheajad olid mõeldud motiveerimaks õpilasi kasutama näiteks teepikkust, aega ja liikumise keskmist kiirust. Joonisel nr 3 on välja toodud erinevate korrektselt kirjeldatud tunnuste arv kokkuvõtvalt, millele vastas nii korrektne arvuline väärtus kui mõõtühiku kasutamine, lisaks valede vastuse ja vastamata jätnud õpilaste protsentuaalne osakaal. Valeks vastuseks loeti, kui õpilane ei vastanud otseselt küsimusele ja ei kasutanud vastamisel füüsikalisi suurus. Mõned näited õpilaste valedest vastustest: *Veerpalu oli väsinud, sõitis kiiresti. Ühel hetkel Veerpalu kiirustas ja siis ta võttis hoo maha. Lõpuni sõitmiseks peab ta kohvipausid peatuma. Kaart näitab, et Veerpalu sõitis hästi. Ta jõudis esimesse ajavõtupunkti normaalse ajaga. Kui poleks olnud suurt mäge, siis tal poleks nii raske sõita. Alguses olid Veerpalul suuremad teepikkused.* Valede vastuste sisu näitab, et tegemist on sarnaste vastusega: kirjeldamisel ei kasutatud füüsikalisi suurus. Õpilaste vastused ei sisaldanud tihti ühtegi füüsikalist suurus, selle asemel kasutati arvuliste andmeteta termineid nagu „raske“ ja „normaalne“. Küsimusele vastamisel tekkis õpilastel küsimus, mis on kirjeldamine füüsikaliste suuruste abil ja mida me tegema peame. Kuna vihje andmine oleks testi ühe eesmärgi nurjanud, siis selgitavaid lauseid abiks õpilastele ei pakutud.



Joonis 3. Õpilaste vastused küsimusele: „Kirjelda Veerpalu sõitu Tartu maratonil... „

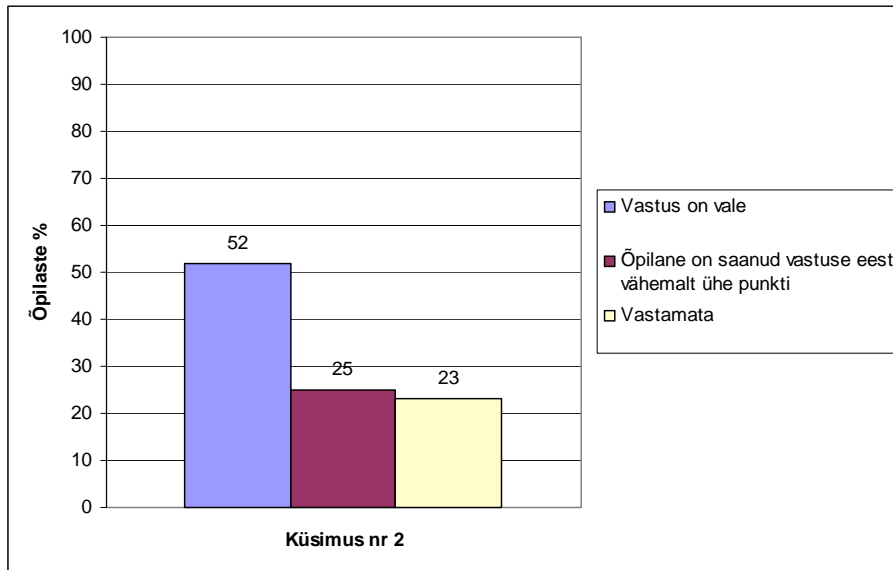
Testi küsimuse nr 1 jättis vastamata 10% (34 õpilast) õpilastest. Ühe kirjeldava tunnuse füüsikalise suuruse abil (olgu selleks siis aeg, teepikkus või keskmine kiirus) andis 21% testile vastanud õpilastest (75). Kaks kirjeldavat tunnust esitas 29% (102) vastanud

õpilastest. Kolme füüsikalise suuruse abil kirjeldas 18% (64) õpilastest. Küsimusele vastas valesti või kirjutas vastuse ühegi korrektse kirjeldava füüsikalise suuruseta 22% (76) testile vastanutest. Antud uuringus suutis vähemalt ühe liikumist kirjeldava tunnuse välja tuua vaid 68% õpilastest.

### Testi küsimuse nr 2 vastused

Teine küsimus vastab õpitulemusele 1.2 (vt LISA 2): Õpilane prognoosib keha asukohta ühtlasel sirgjoonelisel liikumisel lähtudes seaduspärasuse teepikkuse sõltuvus ajas analüütilisest (valem  $s = vt$ ) või graafilisest esitusviisist.

Eesmärgiks seati selgitada, kas õpilased oskavad prognoosida tulemust, teha vastavad arvutused ja esitada korrektne arvuline vastus mainides ka võimaliku mõõteviga. Õige vastus oli võimalik leida kogumaratoni keskmise kiiruse arvutades või viimase teelõigu keskmise kiiruse leides. Vastus loeti õigeks, kui oli leitud ennustatav aeg Kohvipunktis ja esitatud ka korrektne lahenduskäik või seletus kuidas õige ajani jõuti. Ainult aja märkimist õigeks ei loetud, sest oluline oli ennustuskäik ja täidetud pidid olema järgmised tingimused: Õpilane põhjendab oma andmete valikuid (situatsiooni analüüs); Kirjutab andmed; Arvutab tulemuse (arvutus õige) ja kirjutab oma tulemuse ebatäpsusest (mõõtemääramatusest). Õigeks loeti ka vastused, mis ei olnud minutilise täpsusega õiged, aga oli õige lahenduskäik ja sellest tulenevalt ei arvestatud hindamisel mõõtmisviga (vastus loeti õigeks kui mahtus ajavahemiku 2h 47 min. kuni 2h 51 min.). Näited õpilaste valedest vastustest: *Kirjeldab maastikuprofiili või Veerpalu läbitud teepikkust. Lisatud ainult jutustavas vormis ennustus ilma arvutuskäiguta. Lisatud aeg, kuid puudub seletus, kuidas see leiti. Õpilane on arvutanud aja ebaõige mõttekäigu abil, näiteks arvutanud, milline on teepikkus lõpuni ja lahutanud teepikkuse maratoni ajast maha vms. Teinud arvutisi aja ja teepikkusega valesti.* Teise testiküsimuse puhul oli enimlevinud viga valesti märgitud aeg ja märkimata jäetud prognoosikäik. Sellest järeldub, et õpilane oli aja kas märkinud huupi, kirjutanud selle maha naabrilt, või teinud mingi mõttelise arvutuse, kuid puudus oskus/tahtmine oma mõttekäik edastada kirjalikult. Alljärgneval Joonisel 4 on väljatoodud õpilaste vastused tulpdiagrammil.



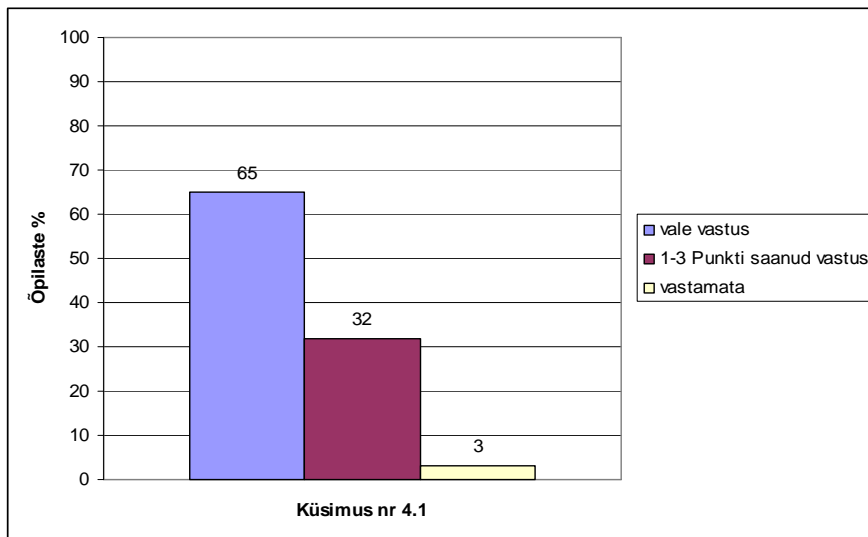
Joonis 4. Õpilaste vastused küsimusele „Proгноosi aeg, millega....“

Antud testiküsimusele vastas valesti 52% (183 õpilast) õpilastest. Õpilased olid kas ainult märkinud aja nähtava prognoosita või õpilased olid kirja pannud ebakorrektsed lahenduskäigu. Õigete vastuste osakaal 25% (87) oli peaaegu võrdne vastamata jätnutega 23% (80). Õpilastel tekkis raskusi töökäsklusest arusaamisega, siinkohal toodi õpilastele abiks sõnale „prognoosima“ sünonüüm „ennusta“.

#### Testi küsimuse nr 4. alapunktide 4.1. ja 4.2. ja 4.3. ja 4.4. vastused

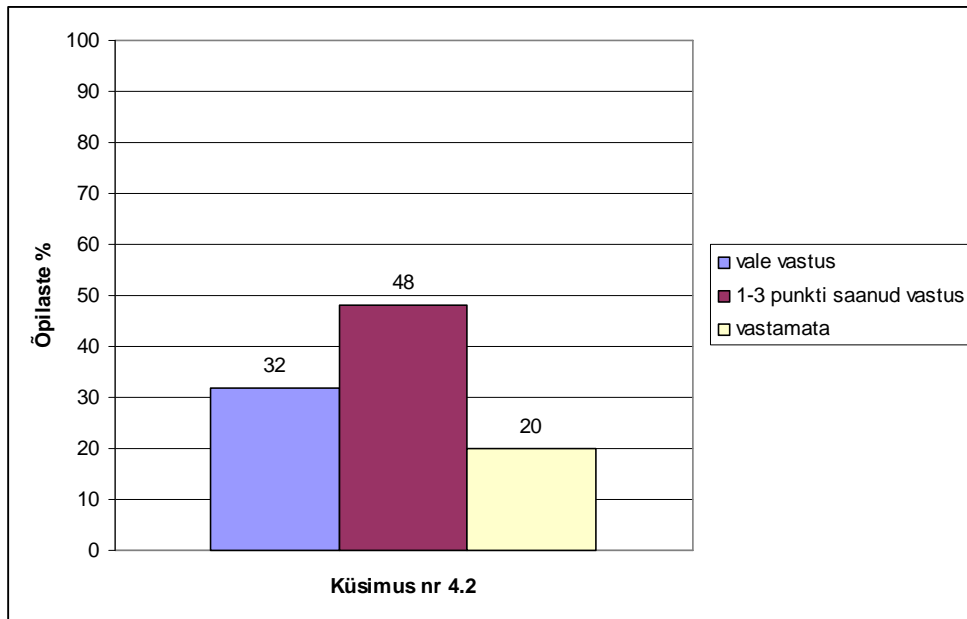
Küsimused 4.1. ja 4.2. vastavad õpitulemustele 1.4 ja 1.5 (vt LISA 2): Õpilane toob näiteid kehade vastastikmõjust ja põhjendab miks kahe keha vastastikmõjus muutub ühe keha kiirus rohkem kui teise keha kiirus; toob näiteid vastastikmõju esinemisest looduses ja rakendamisest tehnikas ning kirjeldab kvalitatiivselt neid vastastikmõjusid, kasutades jõu, massi ja kiiruse mõisteid. Õigeks loeti (vt LISA 1 ül 4.1) vastused, kus õpilane oli nimetanud vastastikmõju või kirjeldanud, kuidas kaks keha teineteist mõjuvad. Valeks vastuseks loeti, kui õpilane nimetas valesid liikuma hakkamise põhjusi või ei vastanud otseselt küsimusele. Õpilastel näis olevat raskusi vastastikmõju äratundmise ja kirjeldamisega, õpilased vastasid tihti peale, et *Andrus lükkas käru liikuma*, kuid kärul puudus igasugune roll Andruse liikuma hakkamisel. Näited valedest vastustest: *Poiss lükkas kärule hoo sisse, sellepärast hakkas liikuma. Andrus tõukas käru hüppamisel. Andresel oli suur mass. Andrusel olid suured jalalihased või Andrus oli tore poiss. Andrus hakkas liikuma sest ta jalanõud olid libedad. Andrus liigub, sest ta rakendab meeletut jõudu. Andrus võttis palju hoogu. Rattad vähendasid Andruse hoogu. Andrus lükkas jalgadega käru. Andrus ja käru hakkasid liikuma, sest Maa*

*pöörleb*. Joonisel 5. on välja toodud valede-, õigete- ja vastamata jäetud vastuste protsentuaalne osakaal.



Joonis 5. Õpilaste vastused küsimusele „Miks mõlemad hakkasid liikuma..?“

Valede vastuste osakaal oli 65% (229 õpilast). Punkte vastuse eest sai 32 % (113) õpilastest. Vastamata jättis küsimusele 3% (9) õpilastest. Õigeks loeti ül 4.2 (vt LISA 1) vastused juhul kui õpilane kirjutas: käru oli 2 korda kiirem kui poiss (teades seega massi ja kiiruse vahelist seost, ehk miks kahe keha vastastikmõjus muutub ühe keha kiirus rohkem kui teise keha kiirus); käru kiirus on 2 korda suurem; käru kiirus on suurem või poiss on aeglasem kui käru kaks korda. Valeks vastuseks loeti kui õpilane: kirjeldas massi ja kiiruse seost, kuid vastus ei olnud korrektne; võrdles masse või vastus oli jutustavas vormis. Näiteid õpilaste valedest vastustest: *Andruse kiirus oli väiksem, sest tema mass oli suurem ja suurema massiga keha kokkupõrkel väiksema massiga kehaga on kiirus väiksem Andrusel, sest tema on suurem vms. Nimetas hõõrdejõudu. Poiss oli meeletult palju kiirem.* Õpilastel tekitas probleeme küsimusest arusaamine, tööinstruktsiooni eiramine või lugemisoskus. Järgneval Joonisel 6 on välja toodud õpilaste vastuste protsentuaalne osakaal.



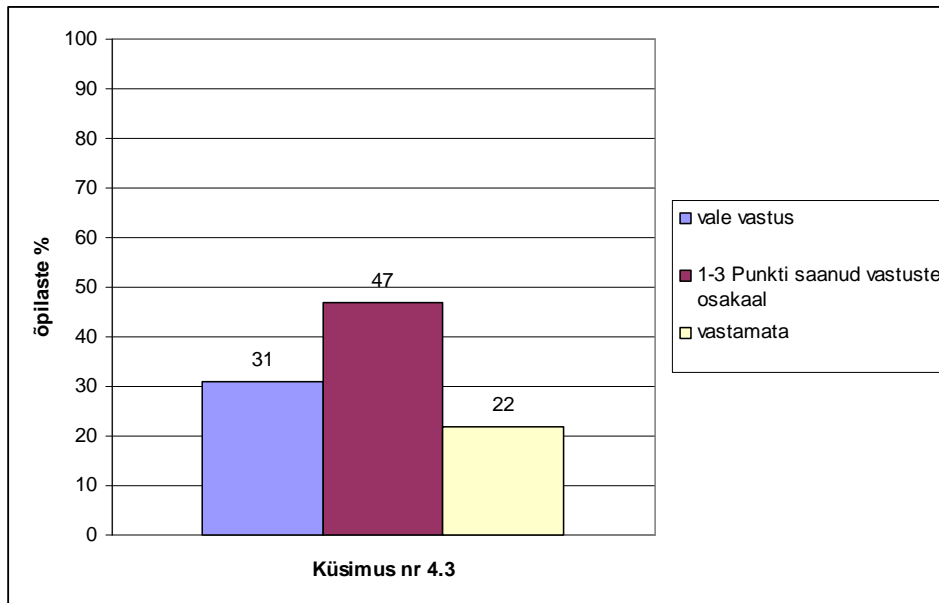
Joonis 6. Õpilaste vastused küsimusele „Kirjuta arvuline vastus...”

Valede vastuste osakaal oli 32 % (113 õpilast). Õige vastuse kirjutas 48% (169) ja vastamata jättis küsimusele 20% (69) õpilastest.

### Testi küsimuse nr 4.3 vastused

Küsimus vastab õpitulemusele 1.3 ja 1.3.3. (vt LISA 2), kus on öeldud, et õpilane: Toob näiteid kehade vastastikmõjust ja põhjendab miks kahe keha vastastikmõjus muutub ühe keha kiirus rohkem kui teise keha kiirus; Põhjendab kehade kiiruse muutumise seost keha massiga (*vastastikmõju seos* tõttu muutuvad kehade kiirused seda vähem, mida suurem on keha mass).

Vastus loeti õigeks, kui õpilane oli kirjutanud: Poiss saavutab hüppel väiksema kiiruse kui käru. Näiteid õpilaste valedest vastustest: *Poiss kukub kiiremini kui käru hüppel, sest tema mass on suurem. Poiss saavutab hüppel aeglasema hoo kui käru. Käru liikumise maa on pikem. Poiss saavutab hüppel suurema jõu. Poiss saavutab väiksema jõi kui käru veeremisel. Poiss saavutab kiirema hoo. Poiss saavutab suurema vastastikmõju kui käru jne. Käru kiirus oli väiksem poisi kiirusest. Käru hakkas liikuma ja lükkas poisi ka pikali. Poiss tegelikult üldse ei hüpanud vaid kukkus. Poiss saavutas hüppel suurema kiiruse kui käru.* Joonisel 7 on välja toodud õpilaste vastuste protsentuaalne osakaal.



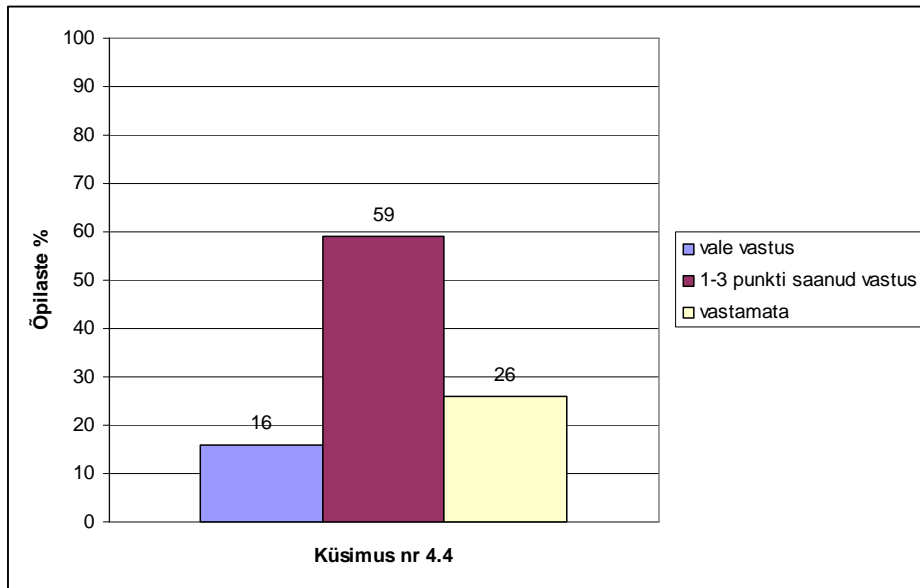
Joonis 7. Õpilaste vastused küsimusele „Kirjuta vastastikmõju seaduspärasus...”

Vastamata jättis antud küsimusele 22% (78 õpilast) testile vastanutest. Punkte sai vastuse eest 47 % (164) õpilastest. Valede vastuste osakaal oli 31% (109).

#### Testi küsimuse 4.4 vastused

Küsimus vastab õpitulemusele 2.1 (vt LISA 2): Õpilane toob näiteid vastastikmõju esinemisest looduses ja rakendamisest tehnikas ning kirjeldab kvalitatiivselt neid vastastikmõjusid, kasutades jõu, massi ja kiiruse mõisteid.

Eesmärgiks oli selgitada, kas õpilane mõistab et hüppaja massi suurenemine ei anna võitu hüppepikkuses. Vastus loeti õigeks juhul kui: Märgitud oli korrektsele vastuse variandile ring, rist või mõni arusaadav märg ja toodud ka korrektne põhjendus (vt Joonis 8). Ainult vastusevariandi märkimist ei hinnatud õigeks, sest puudus võimalus hinnata, kas vastusevariant märgiti huupi, kirjutati maha vms. Näiteid valedest vastustest: *Hüppab rohkem, hüpe on tugevam. Mida raskem ta on, seda kõrgemale ta hüppab. Hõõrdejõud on suurem. Andrus peab varbad kikki ajama, et hüpata. Ta on raskem ja annab kärule suurema hoo. Andrus on nüüd kärust raskem. Valin selle vastusevariandi aga samas võib tegelt hüpe ka pikem olla. Andrus saab suurema jõu edasiliikumiseks ja hüppab nüüd oluliselt kaugemale. Andrus läks raskemaks ja pörkus vähem. Seljakott andis talle meeletu jõu. Pind millega ta maandub on väike.*



Joonis 8. Õpilaste vastused küsimusele „Milline on hüpe nüüd...”

Valede vastuste osakaal oli 16 % (56 õpilast). Punkti sai 59 % (205), küsimusele jättis vastamata 26% (90) õpilastest.

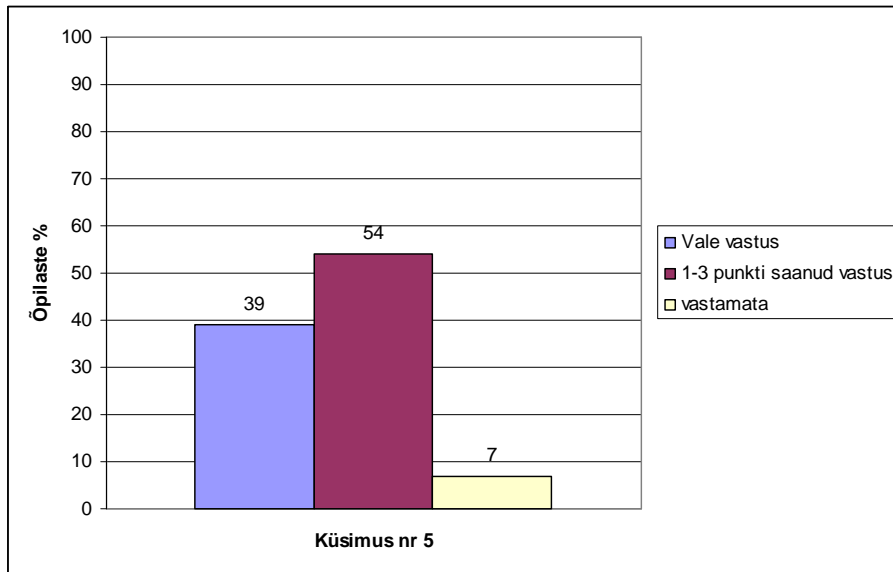
### Testi küsimuse nr 5 vastused

Küsimused nr 5 ja 5.1 vastavad õpitulemusele 1.5. (vt LISA 2): Õpilane toob näiteid kehade hõõrdumisest looduses ja tehnikas ning kasutab nähtuste kirjeldamisel hõõrdejõudu.

Eesmärgiks oli selgitada, kas õpilane oli aru saanud hõõrdejõu tähendusest ja mõjust kehade liikumiskiirusele. Õigeks vastuseks loeti, kui õpilane oli kirjutanud, et hõõrdumine on erinevate kehade kokkupuutuvate pindade vahel esinev vastastikune mõju, mis takistab nende kehade liikumist teineteise suhtes või kirjutanud lihtsalt, et kehade liikumiskiirus väheneb.

Näiteid valedest vastustest: *Mida kiiremini liigud seda parem on hõõre. Mida suurem on hõõrdumine, seda aeglasemalt keha liigub. Mida suurem on jõud seda suurem on hõõrdumine. Hõõrdumisel keha pind suureneb. Hõõrdumine raskendab keha. Hõõrdumisel on mitu liiki. Mida suurem on keha hõõrdumine, seda suurem on keha liikumine. Liikumine on väiksem kui keha hõõrdub. Mida tugevam on hõõrdumine, seda paremini keha libiseb. Hõõrdumine toimub kahe keha vahel ja vähendab kahe keha jõudu.* Joonisel 9 on õpilaste vastused tulpdiagrammina.



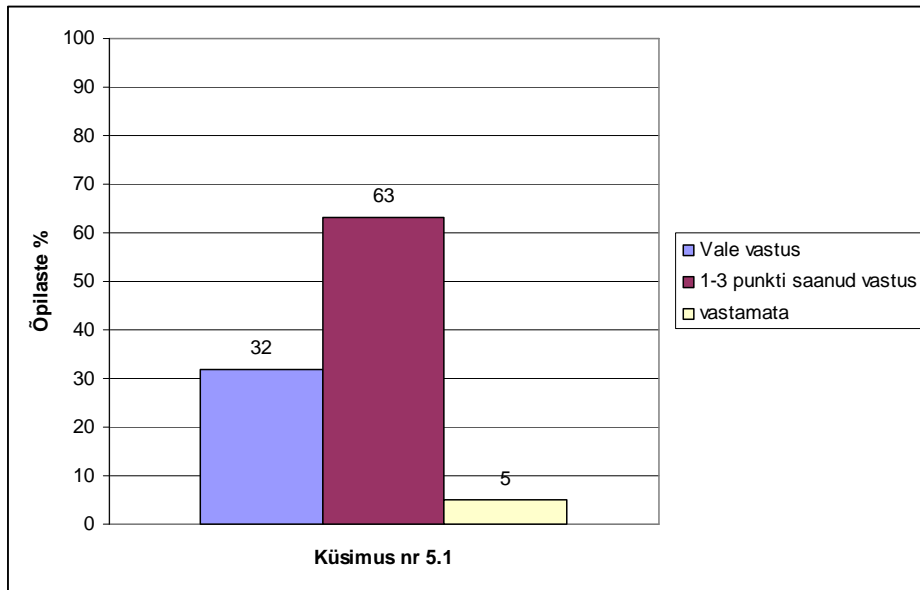


Joonis 9. Õpilaste vastused küsimusele „Kuidas hõõrdumine mõjutab keha liikumist?“

Valede vastuste osakaal oli 39 % (137 õpilast). 1-3 punkti saanud vastuseid oli 54% (190) ja vastamata jättis küsimusele 7% (24) õpilastest.

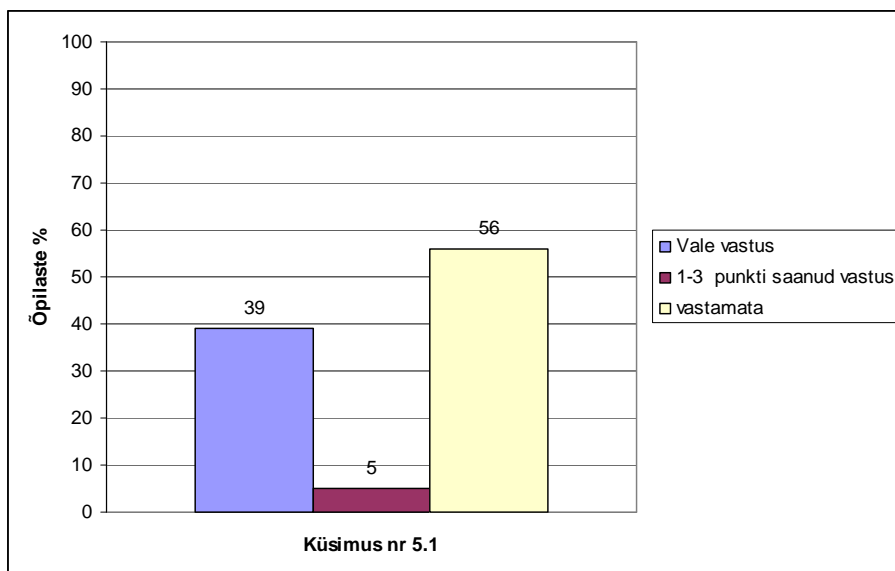
### Testi küsimuse nr 5.1 vastused

Küsimus on jaotatud tinglikult **a** ja **b** osa, küsimuse esimese poolega (a osa) selgitati õpilaste kirjeldamisoskus ja joonisele jõujoonte märkimisega (b osa) nende oskust prognoosida. Küsimuse 5.1 a osa vastus loeti õigeks, kui õpilane kirjeldas hõõrdejõu ilmnenemist erivatel pinnavormidel kelgu liikumisel. Lisaks mainis veojõu ilmnenemist (*Koer peab kasutama liivatatud teel rohkem jõudu. Kelku on raskem vedada. Lumisel teel libiseb kelk paremin, seega hõõrdejõud on väiksemi. Lumisel teel on hõõrdejõud väiksem. Liivasel teel hõõrdejõud suurem. Koer rakendab lumisel teel vähem jõudu*). Näiteid valedest vastustest: *Midagi ei muutu. Hõõrdejõud on tee teinud ühtlaseks. Kelk liigub sirgelt ja kiiresti või kelk liigub sinka-vonka ja aeglaselt. Koeral on väga raske. Haakumine leiab aset liiva peal rohkemal määral. Hõõrdejõud on lumel väike, kelk libiseb kiirelt. Hõõrdejõud on liival suurem, seega kelk ei liigu. Kelk liigub sirgelt ja kiiresti. Kelk libiseb raskelt. Kelk läheb ümber*. Joonisel 10 on välja toodud vastuse osakaal protsentuaalselt.



Joonis 10. Õpilaste vastused küsimusele „Kirjelda kelgu liikumist...”

Valesid vastuseid oli 32% (113 õpilast). Vastus oli õige 63% (219) ja vastamata jättis 5% (19) õpilastest. Küsimuse 5.1. b osa vastus loeti õigeks, kui joonisele kantud kaks vastassuunalist noolt, mille võrdsus on aimatav. Vastus loeti valeks, kui joonisele oli kantud muu märg. Näited valedest vastustest: *Joonisele on märgitud üks nool. 100 N või 200 N on kirjutatud kelgu alla või tõmmatud joon kelgu alt suunaga maapinna poole. Joonisele on märgitud kelgu all olev pind kritseldades. Joonisele kirjutatud hõõrdumine väiksem või hõõrdumine suurem. Märgitud raskusjõud sõnadega. Kriipsutatud oli osa pinnasest, kuid nooli ei märgitud.* Joonisel 11 on esitatud vastuste protsentuaalne osakaal küsimusele.



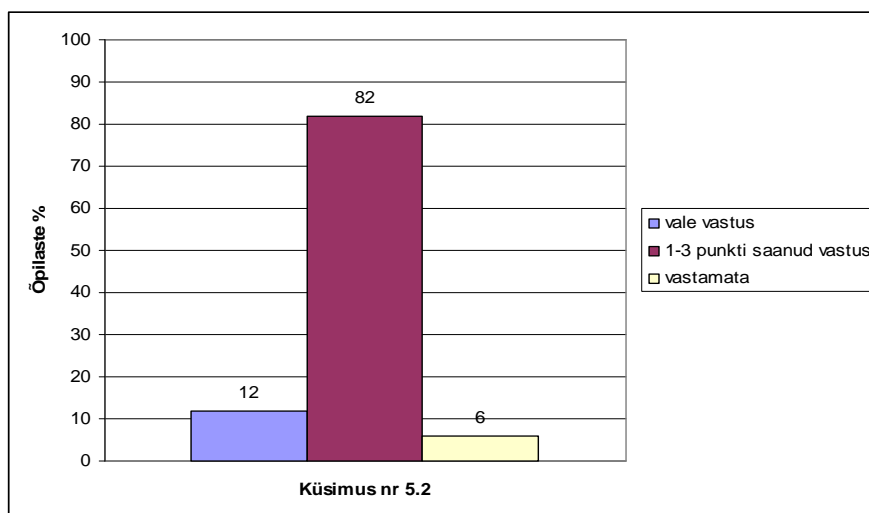
Joonis 11. Õpilaste vastused küsimusele „Märgi joonisele hõõrdejõud“

Valede vastuste osakaal oli 39% (138). Kõigest 5% (18) õpilastest märkis joonisele õigesti jõujooned. Vastamata jättis küsimusele 56% (195) õpilastest.

### Testi küsimuse nr 5.2 vastused

Küsimus vastab õpitulemustele 4.1; 2.1; 2.5 (vt LISA 2): Õpilane toob näiteid mehaanilise töö kasutamisest, tulemustest ja mõõdab jõu ülesandes (töö: kehale mõjub jõud ja selle jõu mõjul keha liigub ühest kohast teise); toob näiteid kehade hõõrdumisest looduses ja tehnikas ning kasutab nähtuste kirjeldamisel hõõrdejõudu; toob näiteid vastastikmõju esinemisest looduses ja rakendamisest tehnikas ning kirjeldab kvalitatiivselt neid vastastikmõjusid, kasutades jõu, massi ja kiiruse mõisteid.

Vastus loeti õigeks, kui õpilane oli märkinud: a) kelgu mass suurenes; b) veojõud suurenes; c) hõõrdejõud suurenes. Vastus ei loetud õigeks, kui selles polnud ükski eelpool nimetatut. Näiteid valedest vastustest: *Kelk hakkab aeglaselt või ebahühtlaselt liikuma. Koer ei jõua enam vedada. Kelk ja koer ei liigu üldse enam edasi. Kelk läheb ümber. Jälje sügavus lumes on teine. Koer ei jõua kelku nii pikka maad vedada. Liikumine aeglustub. Suureneb koera mass. Libisimine muutub aeglasemaks. Koer sureb ära. Kiirus alaneb.* Joonisel 12 on õpilaste vastused tulpdiaagrammina.



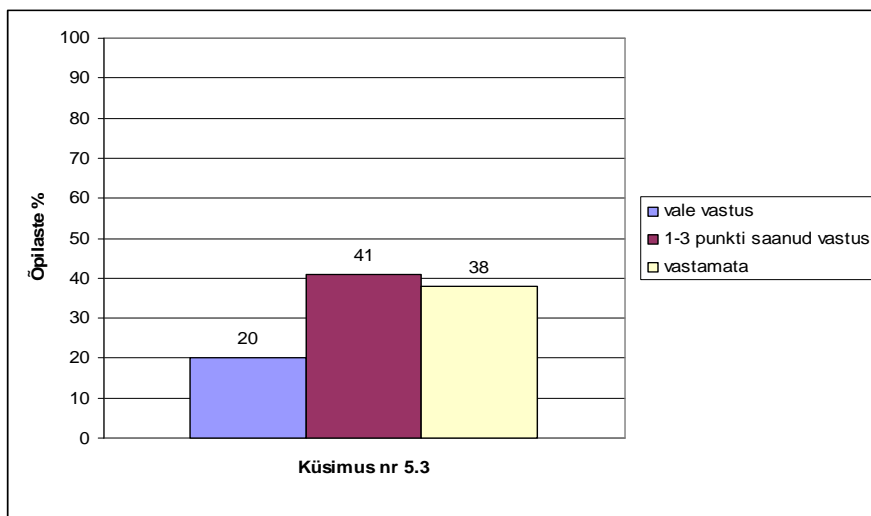
Joonis 12. Õpilaste vastused küsimusele „Koer veab kelku...”

Vastamata jättis küsimusele 6% (21) õpilastest. Küsimusele vastas valesti 12% (42) õpilastest ja 1-3 õiget muutuse aspekti nimetas 82% (288) õpilastest.

### Testi küsimuse nr 5.3 vastused

Küsimus vastab õpitulemustele 2.5 ja 2.5.4 (vt LISA 2) kus: Õpilane toob näiteid kehade hõõrdumisest looduses ja tehnikas ning kasutab nähtuste kirjeldamisel hõõrdejõudu; kasutab hõõrdejõudu hõõrdumise kirjeldamiseks.

Vastus loeti õigeks, kui õpilane oli märkinud et hõõrdejõud sõltub: a) materjalist; b) rõhumisjõust. Punkti sai õpilane, kui oskas nimetada vähemalt ühte tunnust (*rõhumisjõud, materjalide omadused*). Näiteid valedest vastustest: *Takistusest ja libedusest, gravitatsioonist ja kiirusest. Keha massist ja kehade krobelisusest, pinnase omadused, kehade pinnatöötlustest ja raskusest. Rõhk. Kiirus. Survest. Gravitatsioonist. Kui suure pinna võtab keha enda alla. jne*). Joonisel 13 on esitatud küsimuse 5.2 vastused tulpdiaagrammina.



Joonis 13. Õpilaste vastused küsimusele „Millest sõltub hõõrdejõud?“

Valesti vastas küsimusele 20% (71 õpilast) õpilastest, 1-3 korrektset vastusevarianti nimetas 41% (146) ja vastamata jättis küsimusele 38% (134) õpilastest.

#### 4. Arutelu

Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli selgitada, millisel saavutustasemel on loodusteaduslik kirjaoskus 8.klassi füüsika teemades liikumine ja vastastikmõju. Samuti oli antud töö eesmärgiks kirjeldada enamlevinud vigu testiküsimustele vastamisel.

Testi koostades jaotati ülesanded kognitiivsete tasemete järgi kirjeldamis-, seletamis-, ja prognoosimisoskust nõudvateks (vt RÕK 2002; TIMSS 2003). Antud uurimuse tulemus näitas, et õpilased oskavad seletavaid ja kirjeldavaid ülesandeid paremini kui prognoosimisoskust nõudvaid ülesandeid. Seega magistritöös püstitatud kolmest hüpoteesist leidsid kinnitust teine ja kolmas hüpotees, mille kohaselt õpilased lahendavad paremini seletava sisuga ülesandeid võrreldes prognoosimisoskust nõudvate ülesannetega ja õpilased lahendavad paremini kirjeldava sisuga ülesandeid võrreldes prognoosimisoskust nõudvate ülesannetega. Esimene hüpotees kinnitust ei leidnud.

Uurimistulemuste analüüs kinnitas TIMSS 2003 tulemusi, kus on märgitud, et õpilased küll oskavad baastasemel loodusteaduslikku kirjaoskust, kuid ei oska kõrgema taseme ülesandeid (nagu prognoosimine) väga hästi. TIMSS 2003 aasta uuring näitas, et rahvusvaheliselt ei täheldatud statistiliselt olulist erinevust poiste ja tüdrukute soorituse vahel, sama tulemus ilmnes PISA 2006 uuringus. Käesoleva uurimise tulemused kinnitasid seda, sest poiste ja tüdrukute soorituse vahel ei olnud statistiliselt olulist erinevust.

Uurimistulemused näitasid, et õpilastele valmistab raskusi teoreetilisi teadmisi elulisse konteksti rakendada, sarnaselt Yager (2000) ja Yang (2005) poolt tehtud järeldusele. Probleemi põhjuseks võib olla ka loodusainete vähene tähelepanu kõrgemat järku vaimsete võimete kujundamisele nagu leidis ka Rannikmäe (2001), sest õpilased lahendasid kõige halvemini prognoosimisoskust nõudvaid ülesandeid.

Füüsikaõppe väärtustamise seisukohalt on oluline, et õpilased tajusid omandatavate teadmiste ja oskuste kasulikkust ning vajalikkust nüüdisaegse tehnologiseeritud infoühiskonna eluliselt tähtsate küsimuste lahendamisel (RÕK 2002). Näiteks peaks õpilane oskama nimetada ja väärtustada hüvesid, mida on liikumisvahendite muutumine ja tehnika areng (kasvõi mootorite areng ja kiiruse tõus, olgu siis meditsiini- või tehnika valdkonnas) aja jooksul ühiskonnale kaasa toonud (Krajcik, Mamlok & Hug, 2001). Käesolevas uuringus leiti, et õpilased enamasti ei oska nimetada hüvesid, mida füüsika areng suusatamisele on kaasa toonud, õpilased enamasti oskavad nimetada hüvesid, mida on füüsika areng ühiskonnale kaasa toonud, kuid antud valdkonnaga võiks koolides siiski rohkem tegeleda. RÕK 2002 järgi peaksid õpilased koostama koolis rakendusliku sisuga uurimistöid, et nad

omandaksid ka loodusteadusliku kirjaoskuse kõrgemaid tasemeid, näiteks loodusteadusliku uurimismeetodi. Uuritud õpilaste oskus kavandada katset näitas, et õpilased ei kavanda katset edukalt, küsimusele ei leidunud ühtegi täiesti korrektset vastust. TIMSS 2003 uuringus eeldati, et õpilased peaksid kaheksandas klassis oskama kavandada katset. Sarnaselt ka RÕK 2002s on öeldud, et õpilane sõnastab etteantud situatsioonikirjelduse põhjal uurimisküsimusi, kavandab ja korraldab eksperimendi, töötleb katseandmeid ning teeb järeldusi uurimisküsimuses sisalduva hüpoteesi kehtivuse kohta.

Käesoleva uuringu põhjal linna- ja maakoolide õpilaste sooritustulemuste vahel statistilist olulisust ei täheldatud. TIMSS 2003 Eesti uuring näitas, et suurlinnade koolide õpilaste tulemused olid loodusainetes märgatavalt paremad kui väikelinnade ja valdade koolide õpilaste omad. Seega käesolev uuring TIMSS 2003 tulemusi ei kinnitanud.

Antud uurimuses vaadeldud esinenud sagedasemad vead tulenesid peamiselt õpilaste küsimusest arusaamisest, vigade tekkepõhjuseks võisid olla ka pseudomõisted. Sama tulemuseni on jõudnud Kikas (2010). Samuti võisid valed vastused tuleneda mõistest arusaamisest, sest igapäeva elus kasutatavate terminite keelemodifikatsioonide tõttu oli õpilastel tihti raskusi tööülesandest arusaamisega nagu leidsid ka Tiit (2010) ja Pärtel (2004). Prognoosimisoskust testivate ülesannete puhul oli tihti esinenud veaks aja vale arvutamine, mis ühtib ka Tammiksaar (2010) magistritöö tulemustega, kus leiti, et sagedasemad vead seoses ajaühikutega tulenevad väärist arusaamast, et ühes tunnis on sada minutit. Samas pole kõigi väärlahenduste puhul selge ja ühene vigade tekkepõhjus. Kirjalikult esitatud küsimuste puhul on vääristusaamade kindlakstegemise võimalused suuremad (Kidron, 1999), kuid täpsemaks vigade põhjuste selgitamiseks oleks vajalik intervjuuerida väärlahendustega õpilasi. Uurimused on näidanud, et õpetajad ei mõista laste vääristusaamu isegi enda õpetatavas aines (Kikas, 2006) ja sellepärast peaksid aineõpetajad sagedastele väärlahendustele tähelepanu pöörama. Õpetajad peaksid sagedamini esinevate vigade põhjal analüüsima nende tekkepõhjust ja tõhustama õppimist vääristusaamade väljajuurimisega andes õpilastele objektiivset tagasisidet nende tulemustest (Rannikmäe, 2001). Samas peaksid õpetajad füüsika valdkonnas kasutama erineva raskusastmega ja sisuga ülesandeid, et õpilastel tekkiks juba varakult laialdased ja mitmekülgsed teadmised.

Loodusteaduslik kirjaoskus on kompleksne mõiste ja selle omandatust on raske mõõta (Shamos, 1997; Laugsch, 2000). Aluseks saab võtta vaid selle teatud aspektid, sellepärast oli käesolevas töös keskendutud ainult füüsika ainele. Oodatavalt oleksid õpilaste tulemused olnud kõige paremad kirjeldamistasemel, kuid uuring näitas, et õpilased lahendasid kõige

paremini seletavat sisu nõudvaid ülesandeid. PISA 2006 tulemuste põhjal lahendas seletavaid ülesandeid vaid 15,8 % õpilastest õigesti.

Käesolevast uurimistööst võib järeldada, et:

- Õpetamisel tuleks rohkem tähelepanu pöörata prognoosimist ja kirjeldamist nõudvatele ülesannetele;
- Põhikoolis võiks füüsika õpetamisel pöörata suuremat rõhku väärtuskasvatusele;
- Õpetatavat peaks senisest enam siduma igapäevaeluga;
- Suuremat tähelepanu tuleks pöörata õpioskuste arendamisele.

Käesoleva uuringu tulemuste ja järelduste põhjal ei saa teha kaugeleulatatuvaid üldistusi, sest valim koosnes vaid Tartu linna ja lähiümbruse õpilastest. Lähtuvalt käesoleva uurimuse tulemustest võiks edaspidi uurida õpilaste loodusteadusliku kirjaoskuse saavutatust uue õppekava täielikul rakendumisel. Järgnevalt peaks uurima ka esimeses kooliastmes enimlevinud vigu loodusteadustes, et õpetajad saaksid varakult ennetada tüüpiliste vigade tekkimist füüsika õppimisel. Töö tulemusi võib rakendada uue õppekava toetuseks, et õpetajad saaksid varakult hakata tegelema nende ülesannete tüüpidega, mis rohkem toetust vajavad.

### Kasutatud kirjandus

- Aikenhead, G.** (1994). What is STS science teaching? In J.Solomon, G. Aikenhead (Eds.), STS education. *International perspectives on reform*. New York: Teachers College Press.
- Akgul, E. M.** (2006). Teaching Scientific Literacy Through a science technology and Society Course: Prospective Elementary Science Teachers' Case. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 3, 373-387.
- Boersman, K. TH. Kortland, K. Van Trommel, J.** (1994). IOSTE Symposium: Science and Tehnology Education in a Demanding Society. 23.31.08.94. De Koningshof Veldhoven
- Bybee, R. W.** (1993). The new transformation of science education. In R. Bybee (ed.) *Reforming science education: Social perspectives and personal reflections*. New York: Teachers College Press.
- Champagne, A.B., & Newell, S.T.** (1992). Directions for research and development: Alternative methods of assessing scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*. Vol. 29, Issue 8, lk 841–860, October 1992
- Chang, S.N. and Chiu, M.H.** ( 2005). The development of authentic assesment to investigate ninth graders`s scientific literacy: In the case of scientific cognition concerning the consepts of chemistry and physics. *International Journal of Science and Mathematics Education* 3: 117–140. National Science Council, Taiwan.
- Dilber, R. And Karaman, I., Duzgun, B.** (2009). High school students' understanding of projectile motion concepts. *Educational Research and Evaluation* Vol. 15, No. 3, June 2009, 203–222.
- Durant, J.R. & Thomas, G.P.** (1989). The public understanding of science. *Nature* 340:11-14. The Netherslands.
- Eensaar, T.** (2002). Väärarusaamad mehaanikas. Diplomitöö. Tartu Ülikool.
- Eesti Riiklik Õppekava – RT I**, 2002, 20, 116. Külastatud 10.02.2010, <https://www.riigiteataja.ee/ert/act.jsp?id=1008388>.
- Ganina, S. & Voolaid, H.** (2008). Füüsikaõppe efektiivsuse mõõtmine. Eesti Füüsika Seltsi aastaraamat. lk 86–92. Tartu Ülikool.
- Garkov, V. N.** (2000). Cultural or scientific literacy. *Academic Questions* 13.3: 56-70.
- Goodrum, D.; Hackling, M. and Rennie, L.** (2000). *The Status and Quality of Teaching and Learning of Science in Australian Schools*. DETYA, Commonwealth of Australia.
- Henn, R.** (2003). Gümnaasiumiõpilaste väärmõistetest termodünaamikas. Tartu Ülikool.



- Henno, I.** (2003). TIMSS 2003 teadmised ja oskused loodusteadustest. *Õpetajate leht*.  
Külastatud 24 märts 2011, <http://www.opleht.ee/Arhiiv/2003/14.02.03/tekstid/aine/3.html>.
- Henno, I.** (2008). Eesti õpilaste tulemustest PISA 2006 loodusteaduste valdkonnas. *LoTe*, 1, 7– 12.
- Henno, I.** (2010). Rahvusvaheliste võrdlusuuringute TIMSS 2003 ja PISA 2006 õppetunnid. Külastatud 10.04.2011, <http://eduko.archimedes.ee/uudised/valminud-on-kogumik-rahvusvaheliste-vordlusuuringute-timss-2003-ja-pisa-2006-oppetunnid>.
- Hidi, S.** (1990). Interest and its contribution as a mental resource for learning. *Review of Educational Research*, 60(4), 549-571.
- Holbrook, J.** (2003). Increasing the Relevance of Science Education: The Way Forward . *Science Education International*. 2003, vol. 14, 1, 5-13.
- Holden, C.** (1994) Democracy Bad for Scientific Literacy? *Science* 263 Vol. 263 no.5154  
Külastatud 10.04.2011, <http://www.springerlink.com/content/bbfj197vda0ek3xn/>.
- Karu, G.** (1996). *Füüsika didaktika*.lk. 225. Tallinn: Koolibri.
- Kidron, A.** (1999). 122 *õpetamistarkust*. lk 166. Tallinn: Andras & Mondo.
- Kikas, E.** (2006). Laste teadmiste ja seletuste areng. Taevas, Maa ja päike laste seletustes. *Mäetagused*, 30, 33 - 58.
- Kikas, Eve.** (2010). Laste mõtlemine. Pilved, vihm ja vikerkaar laste seletustes. *Mäetagused*, 139 - 156.
- Kohl, P. B. and Finkelstein, N. D.** (2005). Student representational competence and self-assessment when solving physics problems. *Phys. Rev. ST Phys. Educ. Res.* 1, 010104.  
Department of Physics, University of Colorado. USA.
- Kohv, D.** (2007). Õpimotivatsioon füüsikas: tegelikkus ja parendamise võimalused. Magistritöö. Tartu Ülikool.
- Kont, K.** (2009). 11. klassi õpilaste suhtumine loodusteadustesse ning nende arvamused tulevase elukutsest, teadusest ja tehnoloogiast. Magistritöö. Tartu Ülikool.
- Krajcik J., Mamlok R. and Hug B.** (2001). Modern content and the enterprise of science: science education in the 20<sup>th</sup> century. *Education across a century: the centennial volume*, pp. 205-238. Chicago: National Society for the Study of Education.
- Laugksch, R. C.** (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science Education*, 84(1),71-94.
- Lee, Y. C.** (2007).Developing decision-making skills for socio-scientific issues. *Journal of Biological Education*, 41, 170- 177.

- Linde, K.** (2008). 9. klassi õpilaste huvid loodusteaduste õppimisel ja karjääriprioriteetid. Magistritöö. Tartu Ülikool
- Lyons, T.** (2006). Different countries, same science classes: students' experiences of school science in their own words. *International Journal of Science Education*, 28(6), 591-613.
- Miller, J.D.** (1995). The measurement of civic scientific literacy. *Public Understanding of Science* 7 (1998): 203–223.
- Murcia, K.** (2007). Science in the news: An evaluation of students' scientific literacy. *Teachingscience*, Volume 55; Number 3. ASERA, Canberra.
- Juhend väärtusalaseks tööks loodusainete ainekavadega.** Külastatud 15.04.2011, <http://www.eetika.ee/orb.aw/class=file/action=preview/id=653561/Juhend+vrtusalaseks+took+s+loodusainete+ainekavadega.pdf>.
- Murphy, P.** (2006). The impact of authentic learning on students engagement with physics. *The Curriculum Journal* Vol. 17, No. 3, September 2006.
- Murphy, P. and Whitelegg, E.** (2006) Girls in the Physics Classroom: *A Review of the Research on the Participation of Girls in Physics*. April 2009. London, Institute of Physics
- OECD's PISA survey shows some countries making significant gains in learning outcomes** (2007). Külastatud 10.08.2010, <http://www.oecd.org/home>.
- Onwioduokit, F. A.** (1998). Communicating physics through materials: a case study of Akwa Ibom State Government Science Colleges. In A. O. Olarewaju (Ed), *Communicating Science, Technology and Mathematics*. Ibadan–Nigeria, Science Teachers Association of Nigeria publications.
- Osborne, J., Collins, S.** (2000). Pupils' and parents' views of the school science curriculum. London: Kings College, külastatud 13.05.2010, <http://www.kcl.ac.uk/content/1/c6/02/21/14/pupils.pdf>.
- Osborne, J., Collins, S.** (2001) Pupils' views of the role and value of the science curriculum: A focusgroup study. *International Journal of Science Education*. 23, 5, 441 -467
- Osborne, J., Simon, S. & Collins, S.** (2003). Attitude towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25 (9), 1049 – 1079.
- PISA 2006 raamdokument.** Külastatud 10.02.2010, [http://www.ekk.edu.ee/vvfiles/0/PISA\\_2006\\_loodusteadusliku\\_kirjaoskuse\\_raamdokument](http://www.ekk.edu.ee/vvfiles/0/PISA_2006_loodusteadusliku_kirjaoskuse_raamdokument).
- Pärtel, E.** (2004). Õppida on põnev. Tartu Ülikool. *Õpetajate Leht*. 30.01.04
- Rannikmäe, M.** (2001). STL teaching - immediate and longitudinal influence on

students' learning. In N. Valanides (Ed.), *Science and technology education: preparing future citizens*. Proceedings of the 1st IOSTE Symposium in Southern Europe. Paralimni, Cyprus, 222-230.

**Reissaar, M.** (2002). Väärarusaamad elektriõpetuses. Diplomitöö. Tartu Ülikool.

**Riiklik Eksami- ja Kvalifikatsioonikeskus**, külastatud 22 nov. 2010,  
<http://www.ekk.edu.ee/>.

**Samel, M.** (2009). Meedias ilmunud artiklite mõistmine kui loodusteadusliku kirjaoskuse komponent. Magistritöö. Tartu Ülikool.

**Shamos, M. H.** (1997). The Myth of Scientific Literacy. *The Science Teacher* 64, no.7. 7 (1997): 27–31.

**Shen, B. S.P.** (1975). Science literacy and the public understanding of science. in *Communication of Scientific Information*, ed. Stacey B. Day (New York: Karger, 1975).

**Shwartz, Y. & Ben-Zvi, R. and Holfstein, A.** (2006). The use of scientific literacy taxonomy for assessing the development of chemical literacy among high-school students. *Chemistry Education Research and Practice*, 2006, 7 (4), 203-225. The Royal Society of Chemistry.

**Sillaots, L.** (2010). 11. klassi õpilaste huvi loodusteaduslike õppeainete õppimise vastu ja seda mõjutavad tegurid. Magistritöö. Tartu Ülikool.

**Tammiksaar, K.** (2010). Teise klassi õpilaste matemaatikaalased teadmised ja sagedamini esinenud vead ülesannete lahendamisel. Magistritöö. Tartu Ülikool.

**Teichmann, M. & Kübarsepp, J.** (2008). Students' Preparation for, and Coping with, Tertiary Level Science and Engineering Education. J. Holbrook, M. Rannikmäe, P. Reiska, P. Ilsley (Toim.), *The Need for a Paradigm Shift in Science Education for Post-Soviet Societies*. Frankfurt: Peter Lang GmbH, 184-198.

**Teppo, M.** (2006). Eesti kooliõpilaste ettekujutus teadustööst ja teadlase elukutsest. Uuringu ROSE (Relevance of Science Education) tulemused. V., Puura, A., Kärner, E., Voolaid, M., Saluveer (Koost.), Eesti doktoriõppe kvaliteedi, tulemuslikkuse ja jätkusuutlikkuse tagamise süsteem (lk 61 - 69). Tartu Ülikooli kirjastus.

**Thoe, N. K. And Rani, R.A. & Fook, F.S.** Developing Scientific and Technological Literacy (STL) towards Lifelong Learning: A Case Study for Continuing Professional Development (CPD). *Malaysian Online Journal of Instructional Technology* Vol. 2, No.2, pp 137-147. August 2005, külastatud aadressil  
[http://pppij.usm.my/mojit/articles/pdf/August05/13\\_Mojit\\_Fong2%5B1%5D-final.pdf](http://pppij.usm.my/mojit/articles/pdf/August05/13_Mojit_Fong2%5B1%5D-final.pdf).

**TIMSS 2003 uuring** ( <http://timss.bc.edu/>).

**Töldsepp, A.** (2004). Maailma (loodus)haridus dilemma ees. *Õpetajate leht*, 26.11.

Külastatud 12.09.2008, aadressil

<http://www.opleht.ee/Arhiiv/2004/26.11.04/tekstid/dialoog/4.html>.

**Tõru, H.** (2004). 9. klassi väärarusaamad soojusõpetuses ja nende päritolu. Diplomitöö.

Tartu Ülikool.

**Vain, L.** (1998). *Väärtuskasvatus*. Tartu Ülikooli pedagoogika osakonna väljaanne nr. 6.

Artiklite kogumik.(lk 62, 79–87).), AS VALi trükikoda Tartu 1998.Vol. 32, No. 1.

**Visone, J.D.** (2010). Science or Reading: What is Being Measured by Standardized Tests?

American Secondary Education.

**Voltri, R.** (2005).Väärarusaamad kiiruse ja kiirenduse kohta. Diplomitöö. Tartu Ülikool.

**Yager, R. E.** (2000). Problem Solving Skills for School Personnel and Students. *Journal of School Improvement*, 1, 3-4.

**Yang, F.-Y.** (2005). Student views concerning evidence and the expert in reasoning a socioscientific issue and personal epistemology. *Educational Studies*.

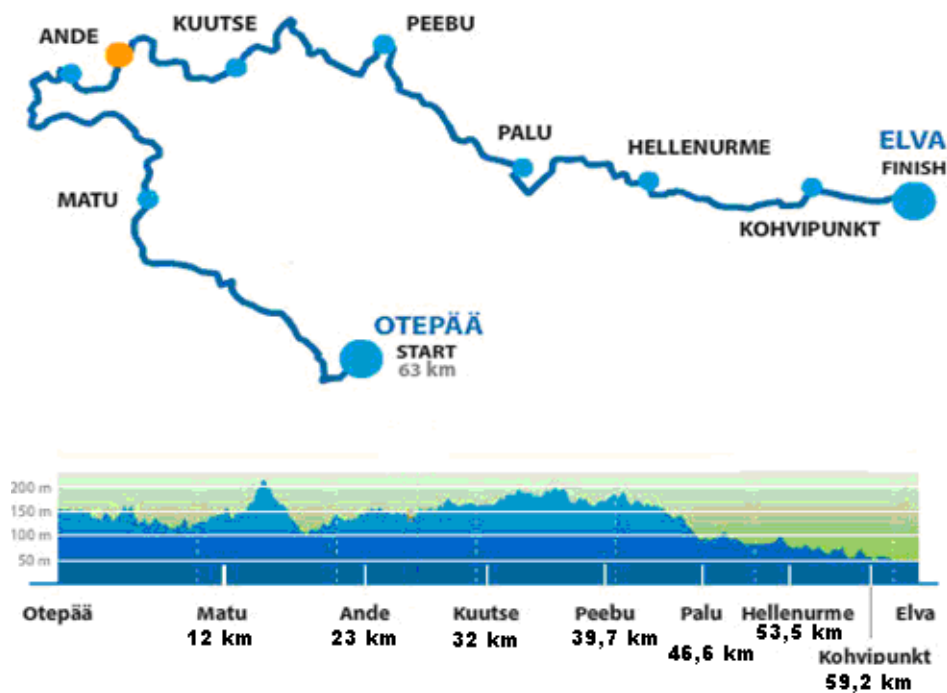
## LISA 1 TEST

Nimi:

Kool:

Klass:

39. Tartu maraton toimus 21. veebruaril 2010. aastal. Maratoni pikkus on 63 km. Tartu Maratonil osalenud Eesti suusataja Andrus Veerpalu saavutas maratonil 9nda koha. Tema sõiduaja ja ajad vahepeatustes leiad alljärgnevalt.



Kohanimi	Matu	Kuutse	Peebu	Palu	Hellenurme	Finiš
Vaheajad	0:33:38	1:31:16	1:51:54	2:12:11	2:31:21	3:00:04

1. Kirjelda Andrus Veerpalu sõitu Tartu maratonil. Abiks on raja kaart ja Veerpalu maratoni ajad. Kirjeldamine tähendab nähtuse esitamist füüsikaliste suuruste abil.

a).....

b).....

c).....

d).....

2. Prognoosi aeg, millega oleks Veerpalu lõpetanud, kui finiš oleks Kohvipunktis olnud? (Kohvipunkti asukoht on märgitud kaardil). Kirjuta, kuidas sa tulemuse said.

.....

.....

.....

.....

3. Kuidas suusatamine on seotud füüsikas avastatuga või leiutamisega füüsika kaasabil?

.....

.....

.....

4. **Hüpe kärult.** Andres hüppas neljarattalise käru pealt maha. Ta pidi äärepealt kukkuma, sest käru veeres poisi alt ära. Käru rataste veerehõõrdumine on väga väike.

4.1. Miks mõlemad hakkavad liikuma, nii käru kui Andres?

.....

.....

4.2. Käru mass on Andrese massist kaks korda väiksem. Võrdle poisi ja käru kiirust. Kirjuta arvuline vastus.

.....

4.3. Kirjuta kehade vastastikmõju seaduspärasus poisi ja käru jaoks. Täida lüngad.

Kui poisi mass on suurem käru massist, siis saavutab ..... hüppel

..... kui

.....

4.4. Andres hüppab käru pealt maha. Hüpe on 50 cm pikk. Siis paneb ta õpikuid täis seljakoti selga ja sooritab hüppe kärult uuesti. Milline on hüpe nüüd? Vali vastus ja märgista see.

a) Lühem kui 50 cm.

b) Pikem kui 50 cm.

Põhjenda oma valikut.

.....

.....

.....

5. **Hõõrdumine.** Kuidas hõõrdumine mõjutab keha liikumist?

.....

.....

5.1. Puhtal lumel veab koer kelku ühtlaselt ja sirgjooneliselt. Ta rakendab jõudu 100 N. Kelk jõuab liivatatud teele. Koer rakendab nüüd vedamiseks jõudu 200 N. Kirjelda kelgu liikumist.

a) lumel

.....

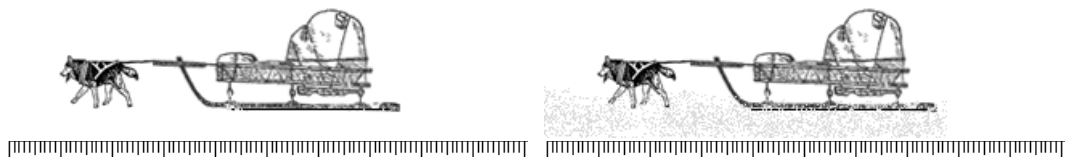
.....

b) liivatatud teel

.....

.....

Märgi joonisele hõõrdejõud.



**5.2.** Koer veab kelku ühtlaselt ja sirgjooneliselt ja rakendab vedamisel jõudu 100 N. Seejärel pannakse kelgule pakke nii palju, kui kaalus enne kelk ja pakid kokku. Mis muutub?

- a).....
- b).....
- c).....

**5.3.** Millest sõltub hõõrdejõud?

- a) .....
- b).....

**5.4.** Kavanda katse, mille abil saab uurida kuidas hõõrdejõud sõltub rõhumisjõust.

.....

.....

.....

.....

.....

## LISA 2 PRÕK 2010 Õpitulemused lahtikirjutatud

### 2.1. Liikumine ja jõud

#### Õpitulemused

#### Õpilane:

1.1. kirjeldab ühtlast liikumist looduses ja tehnikas, kasutades trajektoori, aega, teepikkust ja kiirust;

1.1.1. teab mida tähendab nähtuse kirjeldamine füüsikas;

1.1.2. rakendab seost  $v=s/t$  keha(de) kiiruse arvutamiseks;

1.1.3. tõlgendab kiiruse ühikut (mida näitab kiirus nt 1 m/s? 10 m/s);

1.1.4. omab ülevaadet tavapäraste kehade liikumise kiirustest;

1.1.5. teisendab kiiruse ühikuid: km/h→m/s ja vastupidi;

1.1.6. tuletab kiiruse definitsioonvalemist teepikkuse sõltuvuse ajast;

1.1.7. joonistab liikumisgraafiku;

1.1.8. koostab mõisteskeemid (trajektoor, aeg, teepikkus ja kiirus);

1.1.9. joonistab ühtlase sirgjoonelise liikumise kirjeldamise skeemi (nähtuse mõisteskeem), millel on kujutatud kirjeldamiseks vajalikud mõisted ja seosed (jooned), skeemil on näited liikumisest;

1.2. prognoosib keha asukoha ühtlasel sirgjoonelisel liikumisel lähtudes seaduspärasuse *teepikkuse sõltuvus ajas* analüütilisest (valem  $s= vt$ ) või graafilisest esitusviisist;

1.2.1. teab mida tähendab prognoosimine füüsikas;

1.2.2. avaldab kiiruse definitsioonvalemist seaduspärasuse: *teepikkuse sõltuvuse ajast* ja prognoosib keha asukoha etteantud kiiruse ja ajavahemiku korral või etteantud liikumisgraafiku põhjal

1.3. toob näiteid kehade vastastikmõjust ja põhjendab miks kahe keha vastastikmõjus muutub ühe keha kiirus rohkem kui teise keha kiirus;

1.3.1. teab, mida tähendab vastastikmõju

1.3.2. toob vastastikmõju kohta näiteid

1.3.3. põhjendab kehade kiiruse muutumise seost keha massiga (*vastastikmõju seos* tõttu muutuvad kehade kiirused seda vähem, mida suurem on keha mass)

1.4. toob näiteid liikumistest, kus kehale mõjuvad jõud on tasakaalus;

#### Kontroll/õpiülesanne:

1.4.1. kirjeldab liikumist, mille puhul on jõudude tasakaal võrdne



1.4.2. nimetab jõude, mis mõjutavad liikumist/mõjutavad liikumist

1.4.3. Õpiülesanne

1.5. ennustab igapäevase kogemuse põhjal metallkeha materjali, määrab materjali tiheduse ja kontrollib tulemust tabeliandmete põhjal, arvestades etteantud mõõtemääramatusega.

1.5.1. määrab keha ruumala mõõtes keha pikkused nihikuga;

1.5.2. määrab keha ruumala sukeldusmeetodil;

1.5.3. otsustab, kas on vaja sooritada kordusmõõtmisi;

1.5.4. kordusmõõtmiste korral arvutab tulemuste aritmeetilise keskmise;

1.5.5. möödab keha massi;

1.5.6. arvutab keha tiheduse;

1.5.7. teisendab tiheduse ühiku;

1.5.8. kirjutab tiheduse väärtuse koos etteantud mõõtemääramatusega;

leiab tiheduse tabelist sobiva materjali;

1.5.9. teeb järelduse hüpoteesi kohta.

1.6. Nimetab hüved, mida on liikumisvahendite muutumine aja jooksul ühiskonnale kaasa toonud. Väärtustab liikumismehanismide arenguga kaasnevaid hüvesid inimkonnale ja tehnika arengule. Väärtustab, hindab ja oskab nimetada valdkondi, mille areng on hüppeliselt kiirenenud tänu kiiruse võimalikule tõusule ja mootorite arengule. Füüsika areng ja liikumine...

## **1.2. Kehade vastastikmõju**

Õpitulemused

Õpilane:

2.1. toob näiteid vastastikmõju esinemisest looduses ja rakendamisest tehnikas ning kirjeldab kvalitatiivselt neid vastastikmõjusid, kasutades jõu, massi ja kiiruse mõisteid;

1.1.1. Toob näiteid vastastikmõju esinemisest loodus ja tehnikas

1.1.2. Kirjeldab vastastikmõju olemust kahe keha vahel, tunnuseid

1.1.3. Rakendab teadmist vastastikmõju esinemisest looduses ja kirjeldab selle rakendamist tehnikas

1.1.4. kasutab vastastikmõju kirjeldamiseks kiirust, massi ja jõudu

2.2. nimetab kehade vastastikmõju liike, toob näiteid kehade vastastikmõju ilmnemisest looduses ja tehnikas ja seletab vastastikmõju toimet;

2.2.1 Nimetab vastastikmõju liike

2.2.2. Kirjeldab kuidas vastastikmõju kehade vahel toimib

2.3. toob näiteid kehade gravitatsioonilisest tõmbumisest ja kasutab gravitatsiooni kirjeldamisel jõu mõistet;

2.3.1 teab mõistet gravitatsioon, teab mida see tähendab

2.3.2. kasutab gravitatsiooni kirjeldamiseks kehade vahelist tõmbumist, kehade vahemaad ja massi erinevusi

2.3.3. kasutab gravitatsiooni kirjeldamiseks jõu mõistet ehk siis gravitatsioonijõudu

2.4. kirjeldab Päikesesüsteemi ehitust (Päike, planeedid, väikekehad) ja põhjendab süsteemi koospüsimist;

2.4.1. kirjeldab Päikesesüsteemi kehi, suurust, asukohta süsteemis ja ehitust (näiteks kas on gaasiline planeet vms.)

2.4.2. kasutab süsteemi koospüsimise põhjendamiseks teadaolevaid jõude, mõisteid, nähtusi

2.5. toob näiteid kehade hõõrdumisest looduses ja tehnikas ning kasutab nähtuste kirjeldamisel hõõrdejõudu;

2.5.1. teab mida hõõrdumine tähendab

2.5.2. toob näiteid, miks ja millal hõõrdumine aset leiab

2.5.3. oskab eristada hõõrdumise erinevaid alaliike: liuge-, ja seisuhõõrdujõud

2.5.4. kasutab hõõrdejõudu hõõrdumise kirjeldamiseks

2.5.5. teab millal hõõrdumine aset leiab, oskab tuua sellekohaseid näiteid looduses ja rakendamises tehnikas

2.6. toob näiteid kehade elastsest ja plastsest deformatsioonist looduses ja tehnikas ning kasutab nähtuste kirjeldamisel elastsusjõudu;

2.6.1. teab mida deformatsioon tähendab

2.6.2. toob näiteid deformatsiooni asetleidmise kohta, (rakendab teadmist loodus ja tehnikanähtuste kirjeldamiseks)

2.6.3. seletab deformatsiooni/elastsusjõu tekkimist

2.6.4. kasutab elastsusjõudu deformatsiooni kirjeldamisel

2.7. rakendab loodusteaduste uurimismeetodit ja teeb kindlaks liugehõõrdejõu sõltuvuse rõhumisjõust konkreetsete kehade vahel.

2.7.1. teab, mida tähendab ja millised on loodusteadusliku uurimismeetodi etapid

2.7.2. Saab aru probleemist/esitab uurimisküsimuse

2.7.3. Püstitab hüpoteesi sõltuvuse kohta

2.7.4. Kavandab katse

2.7.5. Viib läbi mõõtmised

2.7.6. Tabuleerib andmed

2.7.7. arvutab rõhumisjõu

2.7.8 Arvutab liugehõõrdejõu aritmeetilise keskmise

2.7.9 Kirjutab andmed õpetaja poolt antud mõõtemääramatusega

2.7.10 Koostab graafiku,

2.7.11. valib õigesti teljed

2.7.12. tähistab teljed

2.7.13. valib sobiva mõõtkava

2.7.14. kannab graafikule punktid koos mõõtemääramatusega

2.7.15. otsustab, kas graafik on sirge

2.7.16. joonistab graafiku

2.8. Teeb järelduse hüpoteesi(de) tõesuse kohta

2.9. teeb järeldusi liugehõõrdejõu rõhumisjõust sõltuvuse iseloomu kohta

Koostab seaduspärasusele vastava valemi (see on tublimatele õpilastele).

2.10. Teeb vajalikud arvutused, mõõtmised ning arvutab kehade hõõrdejõu

2.11. Väärustab ühiskonnale saabunud kasu seoses hõõrdejõu

vähendamise/suurendamise võimalikkusega. Oskab nimetada valdkondi, mis sellest tulu saavad. Tehnika arenguga seotud hüvesid inimkonnale ja muutusi meie elukvaliteedis.

### LISA 3 Õpitulemuste võrdlus

Uue kehtima hakkava õppekava PRÕK ja hetkel järgmisel olev RÕK on õpitulemuste käsitluselt sarnased, kuid ülesehituselt siiski erinevad. Kehtiva määrusega võrreldes tähtsustatakse uues õppekavas õppe- ja kasvatuseesmärkides rohkem õpilaste kriitilise ja loova mõtlemise arengut. Olulisimaks muudatuseks on füüsika ainekava õppesisu teemade lõimimine. Õppesisus on senisest täpsemalt esitatud praktiliste tööde loetelu. Võrreldes kehtiva määrusega pööratakse eelnõus enam tähelepanu arvutusülesannetele füüsikaõpetuses. Õppeaine kirjelduses on rõhutatud, et füüsika arvutusülesannete lahendamine süvendab õpilaste arusaama igapäevaeluga seotud probleemidest ning arendab kriitilise mõtlemise ja matemaatika rakendamise oskust (REKK 2010).

#### RÕK 2002 õpitulemused

Põhikooli ja gümnaasiumi riiklikus õppekavas (RÕK 2002) füüsika üldsätetes määratletakse, et füüsika õppimine toimub aktiivses, teatud juhtudel interaktiivses õpikeskkonnas. Suhteliselt väheaktiivset seletav-tõlgendavat meetodit rakendatakse vaid juhtudel, kui see on vältimatu. Füüsikaõpet iseloomustab suunatud avastamine: sooritatakse uurimislikku laadi praktilisi töid, lahendatakse probleeme ja tehakse mitmesuguseid projektteid. Samas rõhutatakse ka loodusteadisliku meetodi (vaatlus-hüpotees-eksperiment-andmetöötlus-järeldus) kasutamise olulisust. Katsete, sh mõtteliste katsete sooritamine ning teoreetilised arutlused eeldavad probleemide teadvustamist, hüpoteeside püstitamist, nende kontrollimist, vajalike katsete, arutluste planeerimist, katseseadmete salvestamist ja töötlemist, katsetulemuste põhjal järelduste tegemist ning nende seostamist juba olemas olevate teadmistega, tehtud tööle hinnangu jne. Selline tegevus aitab kaasa mõtlemisprotsessidele- võrdlemine, liigitamine, klasifitseerimine, analüüs, süntees jne- arenemisele (RÕK 2002). Sisuliselt on tegemist uurimuslikule õppele omaste etappide tegevuste kirjeldusega.

#### PRÕK 2010 õpitulemused

2010.a õpitulemused on sõnastatud lausetena, mis väljendavad õpilase tegevust. Üldine struktuur sõnastusel on järgmine: õpilane-[tegevus]-[mida? kuidas? millega?]. Üldiseks nõudeks on, et sõnastus lubaks otsustada, kas õpilane on oodatud tulemuseni

jõudnud või mitte. Taotletav õpitulemus peab väljendama õpilase suutlikkust teatud viisil toimida ning seda demonstreerida. Siinkohal on toodud kolm põhimõtet sõnastamiseks:

1. Õpitulemus on kindlas kõneviisis, nt. õpilane võrdleb..., toob välja... Vältida tuleb: õpilane peab..., õpilane võiks..., õpilane on võrrelnud;

2. Õpitulemus määratleb kindlapiirilise suutlikkuse. Vältida tuleb väljendeid: õpilane omandab..., õpilane õpib... . Sellised määratlused jätavad lahtiseks, kas järgneva kirjelduse poole alles liigutakse õppes või tuleb järgnevat määratlust siiski mõista sellena, mida soovitakse õppes saavutada;

3. Õpitulemus ei sisalda mitmetähenduslikku ja parasiit-infot, nt. õpilane oskab... (Einike Pilli seminari materjalid).

PRÕK 2010 loodusteaduste aine kirjelduses sätestatakse, et peamiste praktiliste tegevustena, mis tagavad kooliastme õpitulemuste saavutamise, tehakse uurimislikke ja praktilisi töid: objektide, sh looduslike objektide vaatlemist, võrdlemist, rühmitamist, mõõtmist, katsete tegemist; kollektsiooni koostamist ning plaani kasutamist. Õpitulemuste kirjeldamisel pööratakse tähelepani uurimis- ja vaatlusoskuste arendamisele. Erinevalt RÕK 2002 õppekavast on uues õppekavas kõigis loodusainete ainevaldkonna õppeainetes peaaegu iga alateema all eraldi välja toodud praktilised tööd ja IKT kasutamine, mis tähendab, loodusainete ainekavade koostajate soovi rõhutada nende tegevuste olulisust loodusteadustes. Füüsikas aine kirjeldusel nähtustega tutvumisel eelistatakse katset, probleemide lahendamisel aga loodusteadusliku meetodit. Olulise täiendusena uues õppekavas on oskuste rakendamiseks iga teema juures eraldi välja toodud praktilised tööd ja IKT kasutamine, kus määratletakse sobivad praktilised (uurimuslikud) tegevused, mis peaksid tagama ka nende tegevuste rakendamise õppetöös. Tabel 4 kujutab konkretiseeritud õpitulemusi (Mehaanika osas), teemades Liikumine ja Vastastikmõju.

Tabel 4 „Õpitulemuste võrdlus“

<p>2002 Tuletatud õpitulemused</p> <p>Põhikooli lõpetaja <b>teab</b>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mehaanilise liikumise, kehade vastastikmõju ja hõõrdumise iseloomulikke tunnuseid, nende nähtuste ilmnemise tingimusi, seost teiste nähtustega, nähtuste kasutamist praktikas;</li> <li>• mõisteid trajektoor, teepikkus, kiirus, keskmine kiirus, mass, jõud, hõõrdejõud ja nähtusi või kehade omadusi, mida mõiste iseloomustab;</li> <li>• teepikkuse ja kiiruse seoseid teiste füüsikaliste suurustega, mõõtühikuid, mõõtmisviise ja mõõtmisvahendeid;</li> <li>• seoste: <i>vastastikmõju tõttu muutuvad kehade kiirused seda vähem, mida suurem on keha mass ja kui kehale mõjuvad jõud on võrdsed, siis keha on paigal või liigub ühtlaselt sirgjooneliselt</i> sõnastust, seoste õigsust kinnitavaid katseid, seoste kasutamist praktikas.</li> </ul> <p>Põhikooli lõpetaja <b>oskab</b>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• vaadelda liikumist ja vastastikmõju füüsika seisukohalt;</li> <li>• kasutada mõisteid: liikumine, teepikkus, kiirus, keskmine kiirus, vastastikmõju, mass, jõud ja seoseid (<math>s = vt</math>, vastastikmõju seaduspärasus) loodus- ja tehnikanähtuste kirjeldamisel, seletamisel ja ennustamisel;</li> <li>• lahendada arvutus- ja graafilisi ülesandeid kasutades seost <math>s = vt</math> ja [punkti</li> </ul>	<p>2010 Õpitulemused</p> <p>2.1. Liikumine ja jõud</p> <p>Õpilane:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) kirjeldab nähtuse <i>liikumine</i> olulisi tunnuseid ja seost teiste nähtustega;</li> <li>2) selgitab massi, kiiruse, keskmine kiiruse ja jõu tähendust ning mõõtmisviise, teab kasutatavaid mõõtühikuid;</li> <li>3) teab seose <math>l = vt</math> tähendust ja kasutab seost probleemide lahendamisel;</li> <li>4) kasutab liikumisgraafikuid liikumise kirjeldamiseks;</li> <li>5) teab, et seose vastastikmõju tõttu muutuvad kehade kiirused seda vähem, mida suurem on keha mass;</li> <li>7) selgitab mõõteriista <i>mõõtejoonlaud</i>, otstarvet ja kasutamise reegleid ning kasutab mõõteriista praktikas;</li> <li>9) teab, et kui kehale mõjuvad jõud on võrdsed, siis keha on paigal või liigub ühtlaselt sirgjooneliselt;</li> <li>10) teab jõudude tasakaalu kehade ühtlasel liikumisel.</li> </ol> <p>2.2. Kehade vastastikmõju</p> <p>Õpilane:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kirjeldab nähtuste <i>vastastikmõju</i>, <i>hõõrdumine</i> olulisi tunnuseid, selgitab seost teiste nähtustega ning kasutab neid nähtusi probleemidelahendamisel;</li> <li>• nimetab mõistete <i>raskusjõud</i>, <i>hõõrdejõud</i>, olulisi tunnuseid;</li> </ul>
---	---

koordinaadid tasandil (s, o, t)]; <ul style="list-style-type: none"> <li>• kasutada mõõtejoonlauda, dünamomeetrit;</li> <li>• ohutult läbi viia hõõrdejõu uurimise katseid, töödelda mõõtmistulemusi ja teha katsetulemuste põhjal järeldusi.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• teab seose <math>F = m g</math> tähendust ning kasutab seost probleemide lahendamisel;</li> <li>• selgitab dünamomeetri otstarvet ja kasutamise reegleid ning kasutab dünamomeetritjõudude mõõtmisel;</li> <li>• viib läbi eksperimendi, mõõtes dünamomeetriga proovikehade raskusjõudu ja hõõrdejõudu kehade liikumisel, töötleb katseandmeid ning teeb järeldusi uurimusküsimuses sisalduva hüpoteesi kehtivuse kohta;</li> <li>• toob näiteid jõududest looduses ja tehnikas ning loetleb nende rakendusi.</li> </ul>
---	---

Võttes aluseks eelneva Tabeli 4 Sarnasused ja erinevused RÕK 2002 ja PRÕK 2010 õpitulemustes.

Sisuline õpitulemuste esitus:

- 2002- liikumine- teab liikumise tunnuseid (tunnused ei ole aja jooksul muutunud);
- 2010- kirjeldab (seeläbi peab juba olema omandanud mõiste) liikumise kui nähtuse tunnuseid ja seost teiste nähtustega;
- Liikumise mõisted sarnased- teepikkus, kiirus, keskmine kiirus, teepikkus;
- Oskab vaadelda liikumist ja vastastikmõju füüsika seisukohalt (2002);
- 2010 kasutab mõisteid liikumine, teepikkus, kiirus, keskmine kiirus, vastastikmõju, mass, jõud ja seoseid kirledamisel, seletamisel, ennustamisel, rohkem lahti kirjutatud- teab seost, kasutab graafikuid kirjeldamisel, selgitab mõõteriista kasutamist praktikas, teab jõudude tasakaalu kehade ühtlasel liikumisel jne. kasutada mõõtejoonlauda, dünamomeetrit;
- Õpitulemustes käsitletav on teemades liikumine ja vastastikmõju sarnane (kiirus, hõõrdejõud jne.);
- 2002- oskab läbi viia hõõrdejõu uurimiseks katseja oskab teha järeldusi tulemuste põhjal;
- 2010- viib läbi eksperimendi raskusjõu ja hõõrdejõud mõõtmiseks ning teeb järeldusi hüpoteesi kehtivuse kohta;

- Sisuliselt sarnane käsitus hõrdejõule: 2002- teab mõistet hõrdejõud ja oskab läbi viia hõrdejõu uurimise katse, samuti teab seost: *vastastikmõju* jne.. ;
- 2010- kirjeldab hõrdejõudu, selle tunnuseid, nimetab neid, kasutab selle mõõtmiseks dünamomeetrit, viib läbi eksperimendi, samuti teab seost ja kasutab seda probleemide lahendamisel;
- Sarnane mõlemale õppekavale *mõõtühikute teadmine*: 2002- teab teepikkuse ja kiiruse mõõtühikuid, mõõtmisviise ja mõõtmisvahendeid;
- 2010- teab mõõtühikuid, selgitab mõõtmisviisi
- 2002- teab esialgu liikumise tunnuseid. Seejärel oskuste osas: Oskab kasutada mõisteid: liikumine, teepikkus, kiirus, keskmine kiirus, vastastikmõju, mass, jõud ja seoseid ( $s = vt$ , vastastikmõju seaduspärasus) rakendab mõisteid looduslikele tehnilistele liikumistele. Õpitulemuste sidumine on komplitseeritud, kuna tuleb seostada *teab* ja siis *oskab* osa õpitulemustest;
- 2010- kirjeldab (*rõhk sõnal kirjeldab; Õpilane teab keha asukoha määramist ja asukoha muutumise määramist*)) liikumine olulisi tunnuseid ja seost teiste nähtustega, millele omakorda järgneb selle oskuse rakendamine.

Liikumise teema käsitluses erinevad tegusõnad 2002/2010

- 2002- *teab/oskab* vormis õpitulemused ja sellele järgnevalt: *oskab kasutada, oskab vaadelda* jne;
- 2010 –Õpitulemus algab ühe kindla tegusõnaga: *kirjeldab, selgitab, kasutab* jne;
- 2010- *selgitab* massi, kiiruse, keskmise kiiruse ja jõu tähendust tähendust ning mõõtmisviisi;
- 2002- *teab ja oskab kasutada* mõisteid: liikumine, teepikkus, kiirus, keskmine kiirus, vastastikmõju, mass, jõud ja seoseid, kuid peab oskama kasutada loodus- tehnikanähtuste kirjeldamisel, seletamisel, prognoosimisel;
- Teepikkus on 2010 õpitulemuse sõnastuses viidud liikumine kirjeldamise alla;
- 2002 on see trajektoori ja teepikkuse mõiste *teadmise* all;
- Õpitulemusteed 2002 ei ole sidusad: Kõigepealt õpilane *teab*, siis *oskab* midagi;
- 2010 on sisult ladusam, kuna tegusõnale järgneb mida konkreetselt õpilane *teeb*, ilma üleliigse õpitulemuse jagunemiseta *teab/oskab* vms. liigituse alla;
- 2002- *oskab* kasutada joonlauda, dünamomeetrit. Teab nende otstarvet, tööpõhimõtet, kasutamise näiteid ja reegleid; ohutusnõudeid;



- 2010- selgitab dünamomeetri otstarvet ning kasutab seda mõõtmisel;
- 2010 õpitulemuses täpsemalt välja toodud: *kasutab dünamomeetrit jõudude mõõtmise. Selgitab mõõteriista mõõtejoonlaud, otstarvet ja kasutamise reegleid ning kasutab mõõteriista praktikas;*
- Erinevus üldisemalt tegusõnades. 2002- *teab* ja *oskab*. 2010- *kirjeldab, kasutab, selgitab, prognoosib, viib läbi, nimetab, toob näiteid, mõõdab, teab.. jne;*
- 2010- õpitulemuste ülesehitus vastab „konstruktiivsuse“ printsiibile, ehk ühe õpitulemuse saavutamiseks on vajalik läbida „sammud“, mis on õpitulemuses ka välja toodud. Näiteks: kirjeldab nähtuste *vastastikmõju, hõõrdumine* olulisi tunnuseid, selgitab seost teiste nähtustega ning kasutab neid nähtusi probleemidelahendamisel. Selleks, et selgitada seost teiste nähtustega, peab oskama nähtust kirjeldada jne;
- 2002- õpitulemuste järjekorda saab muuta, kuna õpitulemused on lühidalt, konkreetset kirja pandud, sisu „õpiteekonnal“ ei muutuks õpitulemuste järjekorda muutes alapunktide siseselt *teab* või *oskab*;
- 2010- õpitulemuste sõnastuses puudub ohutuse aspekt, peale mõõteriista kasutamise reeglite teadmine;
- 2002- oskab ohutult läbi viia hõõrdejõu uurimise katseid, töödelda mõõtmistulemusi ja teha katsetulemuste põhjal järeldusi.

## Järeldus

Õppeaine sisu ja õpitulemused on kehtiva määrusega võrreldes rohkem lahti kirjutatud ning konkreetsemalt sõnastatud. Õppesisu juures on esitatud ühtlasi teema käsitlemisel vajalikud põhimõisted, vältimaks liiga suure arvu mõistete sissetoomist. Põhjalikum lahtikirjutamine võimaldab selgemalt välja tuua õppeteemade rõhuasetusi. Samuti on lõimitud senisest enam loodusvaldkonna õppeinete õppeteemasid, mille tulemusena on füüsika ainekava eelnõus vähenenud õppesisu maht. PRÕK 2010 õpitulemustes uue ülesandeni jõudmiseks vajalik arusaada eelnevast tegevusest. Näiteks: õpilane sõnastab etteantud situatsioonikirjelduse põhjal uurimisküsimuse või -küsimusi, kavandab ja viib läbi eksperimendi, töötleb katseandmeid (tabel, aritmeetiline keskmine, mõõtemääramatuse hindamine, graafik) ning teeb järeldusi uurimusküsimuses sisalduva hüpoteesi kehtivuse kohta. Et jõuda ülesande lahendamiseni, siis on eelnevalt vaja probleemküsimus sõnastada. Et teha järeldus hüpoteesi kohta on vaja töödelda katseandmeid jne. Teerada õpitulemuse saavutamiseks on õpitulemuses antud. PRÕK 2010 on eeldatud õpitulemused, õppijate

võimed neid saavutada ja sobivad hindamiskriteeriumid eesmärkide täitumise mõõtmiseks ja konstruktiivse tagasiside saamiseks langevad kokku. RÕK 2002 õpitulemuse saavutamiseks teerada pole antud, järjekorda õpitulemustel on võimalik õpitulemuse siseselt muuta.